ISSN 0716-0178

MINISTERIO DE EDUCACION PUBLICA
DIRECCION DE BIBLIOTECAS, ARCHIVOS Y MUSEOS
UNIVERSIDAD CATOLICA DE VALPARAISO

ANALES

MUSEO de HISTORIA NATURAL de VALPARAISO

CHILE

ISSN 0716—0178 An. Mus. Hist. Nat. Vol. 24 1999 Valparaíso Chile

ISSN 0716 - 0178

MINISTERIO DE EDUCACION PUBLICA
DIRECCION DE BIBLIOTECAS, ARCHIVOS Y MUSEOS
UNIVERSIDAD CATOLICA DE VALPARAISO

ANALES

MUSEO de HISTORIA NATURAL de VALPARAISO

CHILE

MUSEO DE HISTORIA NATURAL DE VALPARAISO
13.05.2.000.7

ISSN 0716—0178 An. Mus. Hist. Nat. Vol. 24 1999 Valparaíso Chile

EDICIONES DE LA DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS ARCHIVOS Y MUSEOS

Ministro de Educación Pública	JOSÉ PABLO ARELLANO MARIN
Subsecretario de Educación	JAIME PÉREZ DE ARCE ARAYA
Director de Bibliotecas Archivo y Museos	MARTA CRUZ COKE MADRID
Jefe Departamento de Museos	MARIO CASTRO DOMÍNGUEZ
Conservador del Museo de Historia Natural de Valparaíso	ANA AVALOS VALENZUELA

ANALES DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL DE VALPARAÍSO

EDITORES

SERGIO ZUNINO	Museo de Historia Natural de Valparaíso
VÍCTOR CABEZAS	Universidad Católica de Valparaíso

COMITÉ EDITORIAL

HÉCTOR ANDRADE	Universidad de Playa Ancha
HERNÁN AVALOS	Museo Histórico y Arqueológico de Quillota
CRISTIÁN BECKER	Museo de Historia Natural de Valparaíso
GLORIA COLLANTES	Universidad de Valparaíso
SERGIO ERAZO	Universidad Católica de Valparaíso
FABIÁN JAKSIC	Pontificia Universidad Católica de Chile
WILSON FERNADES	Universidad Federal de Minas Gerais Brasil
PATRICIO FIDALGO	Universidad de Tucumán Argentina
ROBERTO MURÚA	Universidad Austral de Valdivia
JAIME SOLERVICENS	Universidad Metropolitana
ÁNGEL SPOTORNO	Universidad de Chile

Edición de 600 ejemplares
Museo de Historia Natural de Valparaíso
Condell 1546 Casilla 3208 Correo 3 Teléfono 257441
Valparaíso — Chile

Revista indexada en Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts
Bulletin Signalétique
Zoological Record

ANALES
DEL
MUSEO DE HISTORIA NATURAL
VALPARAÍSO - CHILE

Vol. 24 1999

ÍNDICE

ASENTAMIENTOS Y EVIDENCIAS CULTURALES DEL COMPLEJO HUENTELAUQUÉN EN LA COMUNA DE LOS VILOS, PROVINCIA DE CHOAPA.
Donald Jackson S., Roxana Seguel Q., Pedro Báez R. & Ximena Prieto V. 5

EFECTO DE LAS CORRIENTES SOBRE LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE MICROALGAS EN UNA LAGUNA DE ESTABILIZACIÓN DE AGUAS SERVIDAS (CASABLANCA. CHILE)
Patricio Domínguez, Maritza Calderón & Verónica Pozo. 29

ASPECTOS ECOLOGICOS DE LAS CECIDIAS DE *BACCHARIS SALICIFOLIA* (R. ET P.) PERS., EN CHILE CENTRAL.
Francisco Sáiz & Marylin Paz. 47

SOBRE EL COMPLEJO DE CECIDIOS DE *COLLIGUAJA ODORIFERA* MOL. (EUPHORBIACEAE).
Francisco Sáiz, Andrea Morales & Marisol Olivares. 61

EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA SOBRE LOS ENSAMBLES DE VERTEBRADOS, EN LA ZONA DE PUCHUNCAVÍ
Sergio O. Zunino, Guillermo Riveros, Claudia Rojo, Carlos Vergara & Paola Yáñez. 79

RELACION ENTRE EL TAMAÑO MINIMO DE FRAGMENTOS BOSCOSOS Y SU RIQUEZA DE ESPECIES DE AVES EN EL SUR DE CHILE.
Alberto Gantz & Jaime Rau. 85

SEXUAL DIMORPHISM IN CHAETOPHRACTUS VILLOSUS (MAMMALIA, DASYPODIDAE) BASED ON CRANIOMETRICAL CHARACTERS.
Silvia M. Squarcia, Emma B. Casanave & Guillermina R. Cirone. 91

LA TARUCA (HIPPOCAMELUS ANTISENSIS D'ORBIGNY, 1834), CERVIDAE, ARTIODACTYLA) EN LA PROVINCIA DE PARINACOTA, REGION DE TARAPACÁ, CHILE: POBLACIÓN, HÁBITAT & ALIMENTACIÓN.
Walter Sielfeld, Cristian Carrasco, Gisela González & Juan Torres. 95

RESPUESTA DE MICROMAMIFEROS DE CHILE CENTRAL A INCENDIOS FORESTALES.
Sergio O. Zunino, Marcelo Garrido & Claudio Lillo. 109

ASPECTOS CLIMATOLOGICOS DEL PARQUE NACIONAL LA CAMPANA. V REGION.
Gustavo Mercado & Marta Henríquez. 115

AMPLIACIÓN DISTRIBUCIONAL DE LA CARMELITA, PERCILIA GILLISSI GIRARD, 1854 (PISCES: PERCILIIDAE)
Sergio O. Zunino, Mariella Baeza, Sergio Quiroz & Roxana Rivera. 119

VERTEBRADOS DEL HUMEDAL LA RESERVA NACIONAL EL YALI Y SU COSTA, SANTO DOMINGO, CHILE CENTRAL
José L. Brito. 121

An. Mus. Hist. Nat. Valparaíso, 24: 5 - 28, 1999

ASENTAMIENTOS Y EVIDENCIAS CULTURALES DEL COMPLEJO HUENTELAUQUÉN EN LA COMUNA DE LOS VILOS, PROVINCIA DE CHOAPA. [1]

DONALD JACKSON S. [2], ROXANA SEGUEL Q. [3], PEDRO BÁEZ R. [4] & XIMENA PRIETO V. [5]

ABSTRACT

Eleven archaeologic sites from the area of Los Vilos (31° 41' S to 31° 12'S , 71° 24'W to 71° 34'W), Provincia de Choapa are described. Surface studies, spatial distribution and stratigraphic surveys were made in those sites with contextual evidences possible of being recovered. These studies allowed to characterize them, to relate them with paeoenvironmental local conditions, and to formulate hypothesis about its cultural nature.

The remnants show a subsistence based mainly on coastal resources of a high predictability are as the intertidal mollusks. Proteins and fats were obtained from seals and fishes capture according to oriented strategies. Resources of a low predictability, but of a high yield, as are the camellids and other minor species were capture occasionally, showing opportunistic strategies. A stone industry associated to those contexts was recorded. It was integrated by formatted instruments (projectile tips and scrapers mainly) and sharp instruments of an expedite character.

From the sites, culturally related with the Complex Huentelauquén, six exhibited their classic characteristics: geometric stone, micromortars of arenisca and lanceolated points; the remaining elements evidence other indicators evidences.

These populations established themselves on the coast of the area about the 10.000 B.P., devoted to the marine resource exploitation. The represent the first adaptation of the Archaic in the area, to the beginning of the Holocene. This is the first spatial approximation to the study of the Complex Huentelauquén in the area, with clearly dated settlements and clear contextual situations.

Key Words: Settlements, archeology, Early Holocene, semi arid of Chile.

INTRODUCCIÓN

Estos primeros resultados de las investigaciones que se llevan a efecto en el marco del proyecto «Paleoambiente, subsistencia y variabilidad cultural de los cazadores - recolectores del arcaico temprano, comuna de Los Vilos, provincia de Choapa», se han restringido esencialmente al sector costero del área de estudio. Constituyen una primera aproximación espacial para el estudio de las características que presentan las ocupaciones del complejo cultural Huentelauquén.

La muestra estudiada incluye un total de 11 asentamientos, cuyas descripciones individuales, asociadas a los rasgos geoambientales del área, han servido de base para una caracterización de las ocupaciones de este complejo y han

[1] Proyecto Fondecyt 1950372.

[2] Departamento de Antropología, Facultad de Ciencias Sociales, U. de Chile. Casilla 10115 Santiago.

[3] Centro Nacional de Conservación y Restauración, Dirección de Bibliotecas Archivos y Museos, e-mail: roxanaseguel@hotmail.com, Santiago.

[4] Sección Hidrobiología, Museo Nacional de Historia Natural, Dirección de Bibliotecas Archivos y Museos, Casilla 787, Santiago.

[5] Geóloga Geomorfóloga, José Perotti n° 7469, Peñalolén, santiago

permitido formular una serie de hipótesis en torno a su naturaleza cultural. Se abordan las características de los asentamientos y su emplazamiento. Se hace referencia al ambiente circundante, a su estado de conservación, en relación a los procesos de formación y transformación de sitio, naturaleza de sus depósitos estratigráficos y cronología, presencia de rasgos y evidencias artefactuales, y particularidades de sus manifestaciones dietarias a partir de los indicios orgánicos.

Los resultados en relación a las condiciones paleoambientales bajo las cuales se desarrollaron las ocupaciones, sus implicancias tecnosubsistenciales y sus modalidades de patrón de asentamiento deben ser considerados sólo a nivel de hipótesis.

Antecedentes

La primera referencia a un lito Huentelauquén se remonta a comienzos de siglo, aunque se desconocía que se constituiría en el artefacto tipo de esta «cultura» (Latcham, 1910). Sólo en los inicios de la década del sesenta se determinaron los rasgos propios que definen la llamada «cultura Huentelauquén» en el sitio opónimo (Iribarren, 1961 ; Gajardo, 1963). Con posterioridad, se suceden numerosos descubrimientos superficiales de litos geométricos, especialmente en la costa, y de puntas lanceoladas pedunculadas en el interior. También se agrega el descubrimiento de nuevos sitios en la costa, entre ellos El Teniente (Weisner, 1969) y Pichidangui (Bahamondez, 1969), y se dan a conocer para el interior los sitios Cárcamo (Ampuero, 1969) y La Fundición (Castillo y Rodríguez, 1978) relacionados con el Complejo Huentelauquén. Las investigaciones más recientes corresponden a los estudios del sitio Quebrada Las Conchas, en la costa de Antofagasta. En esta localidad, por primera vez, se fechan contextos estratigráficos que datan de 9.600 años A.P. y se reactiva, por algún tiempo, la discusión en torno a este complejo cultural, con nuevas perspectivas metodológicas (Llagostera, 1977). Estas, sin embargo, no desembocaron en nuevos estudios de terreno o laboratorio que pudieran integrarse a nivel regional y en términos teóricos.

Los únicos antecedentes para el arcaico temprano en el área de Los Vilos, correspondían a hallazgos superficiales de puntas tipo Huentelauquén realizados por Iribarren (Castillo, 1990), y el registro referido para Quebrada de Quereo, en cuya ladera norte se evidenció superficialmente un lito geométrico tipo Huentelauquén, sin mayor información asociada (Núñez, 1983). Sin embargo, investigaciones posteriores llevadas a cabo en la zona, permitieron registrar una gran cantidad de sitios que cubrían una larga secuencia ocupacional. Entre éstos se identificaron al menos nueve sitios asignables, probablemente, al arcaico temprano y relacionados con el complejo Huentelauquén, así como otros sitios de probable filiación con la tradición San Pedro Viejo de Pichasca (Jackson y Seguel, 1994). Tales evidencias mostraron un buen potencial de estudio e indicaron que la escasa presencia de este tipo de componentes en la zona en particular y en el Norte Chico en general, se debía a la falta de prospecciones sistemáticas.

Los hallazgos superficiales atribuidos al complejo Huentelauquén, en la comuna de Los Vilos, incluían puntas lanceoladas pedunculadas, fragmentos de preformas de líticos geométricos, raspadores, cuchillos y otros instrumentos que, aparentemente, estaban asociados a depósitos de moluscos parcialmente erosionados.

Uno de estos sitios, LV. 098 - A, localizado en punta Ñagué, al norte de Los Vilos, fue estudiado en forma preliminar a través de una excavación estratigráfica reducida. De ésta se obtuvo un contexto con los elementos diagnósticos del Complejo Huentelauquén : un fragmento de lito geométrico, un micro-mortero de arenisca, desechos de talla bifacial asociados a un fogón, a restos de moluscos y osamentas, principalmente de mamíferos marinos. En superficie se registraron las típicas puntas lanceoladas pedunculadas de este complejo. Una datación radiocarbónica en molusco (Concholepas concholepas), procedente del inicio de la ocupación, registró una data de 10.120 +/- 80 años A.P. y permitió fechar, por primera vez, este componente en el Norte

Chico (Jackson, 1993). Tales resultados alentaron la formulación de un proyecto interdisciplinario que se encuentra actualmente en ejecución. Este estudio se orienta al conocimiento de las ocupaciones arcaicas tempranas en la zona, a fin de abordar algunos de los principales problemas que se han observado en las investigaciones del Norte Chico, en relación al complejo Huentelauquén en particular y al arcaico temprano en general. Estos problemas se resumen en: (1) ausencia de prospecciones sistemáticas orientadas a la localización y estudio intensivo de sitios del arcaico temprano, desconociéndose su distribución geográfica y patrón de asentamiento, (2) déficit de estudios estratigráficos que permitan definir con claridad los contextos culturales y sus asociaciones, (3) escasas dataciones radiocarbónicas que permitan definir los limites y extensión cronológica de los componentes que caracterizan el arcaico temprano en el Norte Chico, (4) caracterización artefactual altamente sesgada por recolecciones superficiales selectivas, estudiadas con énfasis descriptivo y tipologista, (5) ausencia casi total de análisis de bioindicadores y ecofactos, como también de estudios orientados a determinar las condiciones paleoambientales y geográficas durante el arcaico temprano, y (6) formulaciones explícitas escasas y débiles acerca de las correlaciones, procesos y devenir de los componentes asignables al arcaico temprano (Jackson et al, 1995). Estas limitaciones dejan en evidencia el débil sustento teórico y metodológico con el cual se han abordado los estudios del arcaico temprano en el Norte Chico. En este sentido, esta primera aproximación, más local que regional, intenta ir despejando algunos de estos problemas.

El área geográfica y sus condiciones ambientales

La comuna de los Vilos se sitúa en el extremo S.W. de la provincia de Choapa (IV Región), en lo que se conoce como límite sur del Norte Chico o del semiárido. El área de estudio se localiza entre las coordenadas 31° 41' - 31° 12' de latitud sur y 71° 24' - 71° 34' de longitud oeste. Corresponde a la franja costera comprendida entre Cabo Tablas por el norte y quebrada El Negro por el sur. Su límite este es el barranco de la cordillera de la costa y el oeste, el litoral (fig. 1).

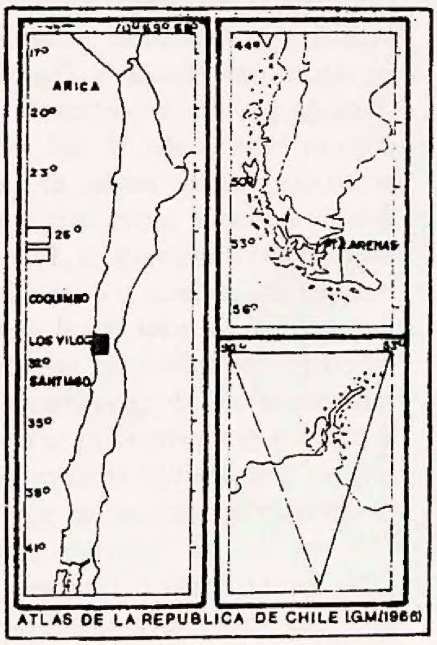


Fig. 1: Ubicación macro-geográfica del área de estudio.

Desde el punto de vista geológico la zona está representada por las formaciones Los Vilos, Quereo y Pichidangui (Ceccioni y Westermann, 1968). Geomorfológicamente se caracteriza por la presencia de tres terrazas marinas: alta (120 - 140 m.s.n.m.), intermedia (20 - 40 m.s.n.m.) y baja (6 - 7 m.s.n.m.). Tales terrazas tienen su equivalencia con los niveles denominados Serenense I (Cuaternario Antiguo), Herradurense I (Cuaternario Medio) y Cachagüense - Veguense (Cuaternario reciente a Holoceno), respectivamente. También se observan depósitos eólicos de dunas activas y paleodunas, un graben central en el sector de Quereo con depósitos cuaternarios, y un sistema de fallas que conducen aguas que afloran en la forma de vertientes en la base del talud muerto de la terraza intermedia (Varela, 1979 ; 1981 ; Börgel, 1963 ; Paskoff, 1993) .

De particular relevancia son los sistemas de paleodunas, algunas de las cuales se encuentran en proceso de removilización, pues sobre y entre tales depósitos es donde se registra la totalidad de los sitios estudiados. Igualmente relevantes son las terrazas marinas en las que sobreyacen éstos depósitos eólicos. Estas terrazas se encuentran directamente vinculadas con los antiguos niveles marinos, con los que habría que relacionar geocronológicamente los asentamientos humanos. Por otra parte, las fallas geológicas son de especial importancia para la región semiárida, en la medida que conducen aguas subterráneas, formando vertientes y bosques relictuales como el de Quereo (Varela, 1981).

En relación al paleoclima, los estudios realizados en quebrada de Quereo, a través de una columna estratigráfica, han permitido identificar los siguientes períodos y condiciones: hacia los 27.500 - 21.500 años A.P. (Wurn Medio) un clima cálido seco y ambiente de depositación transicional fluvial - marino. Hacia los 21.500 - 11.500 años A.P. (Wurn Superior), se presenta un clima frío lluvioso y un ambiente palustre. Entre los 11.500 - 10.500 años A.P. (Holoceno, Allerod), el clima es cálido - seco de condiciones áridas. Desde los 10.500 a los 6.500 años A.P. (Younger Dryas - Preboreal), el clima es frío y lluvioso de ambiente palustre. Entre los 6.500 - 5.500 años A.P. (Boreal y Optimum climaticum), el clima es cálido seco de condiciones áridas. Desde los 5.500 a los 3.500 ? años A.P. (Atlántico), el clima es templado seco de ambiente fluvial - palustre; entre los 3.500 ? - 2.500 años A.P. (Sub - boreal), se torna cálido seco de condiciones áridas. Finalmente, hacia los 2.500 años A.P. (Sub - atlántico), el clima cambia a templado seco con ambiente fluvial árido (Nuñez *et al*, 1983 ; Varela, 1983).

Esta columna paleoclimática ha permitido establecer que las condiciones ambientales para los primeros grupos arcaicos tempranos, asignables al complejo Huentelauquén, corresponderían a una situación transicional del Holoceno, es decir, desde un clima cálido - seco de condiciones áridas hacia uno más frío y lluvioso con ambientes palustres. Esta situación hace complejo determinar el nivel marino para la época. Sin embargo, existen algunas evidencias que permiten suponer la existencia, al menos en algún período, de un nivel marino más bajo que el actual, el que habría que considerar en la interpretación de estas ocupaciones, especialmente, en lo que se refiere a patrones de asentamiento.

En la actualidad la comuna de Los Vilos se caracteriza por presentar un ambiente de estepa costera semidesértica con un clima de transición entre el predominio anticiclonal del desierto árido y el ciclonal de ambiente mediterráneo de más al sur (Toledo y Zapater, 1991). Esta situación provoca un déficit de humedad a lo largo de todo el año, el cual se interrumpe en ocasiones, en los meses de julio y agosto, debido a lluvias torrentosas, que denotan la irregularidad pluviométrica. Esta define la ocurrencia de años secos y otros más húmedos. En lo específico, la zona litoral presenta un clima de estepa con nubosidad abundante, caracterizado por niveles de precipitaciones intermedios a bajos y por promedios altos de humedad relativa y nubosidad (Fuenzalida, 1965). Las precipitaciones alcanzan un promedio anual de 265 mm, con una humedad relativa media del 82%, que se mantiene constante a lo largo del año. Los vientos predominantes proceden del cuadrante oeste (Varela, 1981).

Los nublados nocturnos y matinales, del

tipo camanchaca, que se observan frecuentemente en el sistema litoral, han permitido el desarrollo de una vegetación de arbustos y hierbas mesófitas (Fuenzalida, 1965). Esta vegetación posee especies adaptadas a las condiciones pedológicas que plantean los suelos milosoles propios del sector costero, los cuales se caracterizan por una textura franco - arenosa fina, granular, de reacción neutra y alta salinidad (Rovira, 1984). En sectores mejor protegidos de la acción eólica y de los altos índices de insolación, es posible observar la formación de bosques por la condensación de la neblina en el follaje o efecto «atrapaniebla» (Romero, 1985). Sin embargo, se ha demostrado que la génesis y permanencia de este tipo de bosques es producto, además, de las aguas infiltradas en rellenos de fosas tectónicas (Varela, 1981).

Las principales fuentes de agua de la localidad son el estero Conchalí y Mata Gorda, al norte del pueblo de Los Vilos, y el estero de Quereo hacia el sur. Se registran además, a lo largo de la línea de costa, pequeñas quebradas de curso intermitente y varias vertientes que surgen en la base del talud muerto de la terraza intermedia, a las cuales se asocia una densa pero focalizada vegetación.

El área de estudio presenta una gran biodiversidad. La zona corresponde a un ecotono, entre el sector semiárido y el fértil valle central, incluyendo numerosas especies características de ambas regiones. Los recursos vegetacionales más relevantes se encuentran constituidos por bosques relictuales, como los de Quereo, Mata Gorda, Santa Julia y Ñagué. Estos se asocian a fuentes de aguas y a una gran diversidad de especies, principalmente arbóreas, que pudieron ser utilizadas por los grupos cazadores - recolectores como material de combustión o materia prima para la elaboración de artefactos, e incluso, algunas especies con frutos comestibles pudieron ser parte la dieta. Sin embargo, el uso real de tales recursos sólo puede ser evaluado en base a la evidencia arqueológica directa (fig. 2).

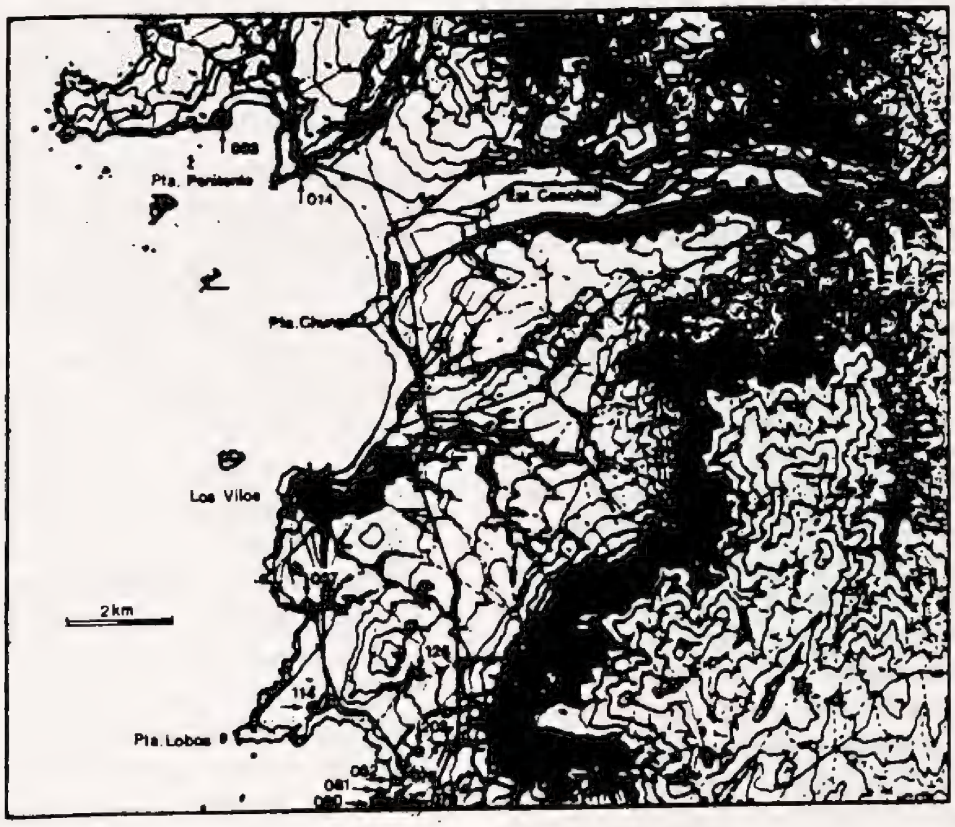


Fig. 2: Ubicación de asentamiento atribuidos al complejo. Huentelauquén en la costa del área de estudio, comuna de los Vilos, Provincia de Choapa.

La entomofauna se encuentra constituida por insectos de follaje (Solervicens y Elgueta, 1994) y los vertebrados por especies como el zorro chilla, gato montés, varias especies de roedores y una gran diversidad de aves, por mencionar sólo aquellos recursos que pudieron tener una mayor importancia en la subsistencia de los cazadores - recolectores que ocuparon el área durante el Holoceno.

El ambiente marino es el que representa mejor la gran biodiversidad que caracteriza esta zona. Existen extensas playas de litoral arenoso, como bahía Agua Amarilla, en que viven muchas especies de peces y moluscos. Entre estos últimos, machas (*Mesodesma donacium*) y almejas (*Eurhomalea rufa*) se recuperan con frecuencia. Otros sectores corresponden a caletones de litoral rocoso, donde se ubican en abundancia equinodermos como los erizos (*Loxechinus albus*), varias especies de crustáceos, como jaibas (*Homalapsis plana*) y picorocos (*Megabalanus sp.*), y gran diversidad de gastrópodos, tales como : locos (*Concholepas concholepas*), lapas (*Fissurella sp.*), caracoles (*Tegula atra, Acanthina monodon*) y chitones (*Chiton latus, Acanthopleura echinata y Enoplochiton niger*). También se registran algunas especies de bivalvos como el chorito maico (*Perumytilus purpuratus*), además de abundantes y variadas algas.

Una mención especial merece la presencia de mamíferos marinos en el área de estudio, representados actualmente por una población de lobos marinos (*Otaria byronia*) que se ha asentado al sur de Los Vilos, en el sector denominado Isla de Lobos. Asimismo el registro de chungungos (*Lutra felina*) y la aparición ocasional de cetáceos, representan recursos significativos que han podido ser constatados en los contextos arqueológicos.

La gran mayoría de estos recursos, especialmente los marinos, no se manifiestan con una estacionalidad demarcada. Aparentemente están disponibles durante todas las estaciones, con pequeñas variaciones, permitiendo ser recolectados en cualquier momento del año. Esto pudo garantizar el establecimiento de campamentos, ya sea permanentes o transitorios, en cualquier época del año.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los criterios sobre los cuales se asignaron los sitios al complejo Huentelauquén están representados, básicamente, por la presencia de artefactos diagnósticos, tales como: litos geométricos o sus preformas, puntas lanceoladas pedunculadas o sus preformas, "micro-morteros" de arenisca, raspadores de dorso alto, instrumentos denticulados y desechos de desbaste bifacial con talones seudofacetados. Se privilegio las asociaciones de tales artefactos más que su sola presencia. Se consideró también la asociación a determinada composición malacológica, la edad relativa de las unidades geomorfológicas de su emplazamiento y la forma general que presentan sus contextos; situación que se discute ampliamente en el transcurso de este trabajo.

Algunos sitios que presentaban la sola presencia de un único indicador «asociado» a contextos reconocidos como más tardíos fueron excluidos de la muestra, ya que tales evidencias podrían representar la recolección de artefactos en tiempos prehispánicos sobre asentamientos más antiguos.

En vista de los antecedentes que se tenían para la zona costera del área de estudio, se realizó una inspección de todos los sitios que habían sido atribuidos con anterioridad al complejo Huentelauquén. Los objetivos fueron verificar su asignación cultural, ampliar y precisar la información arqueológica y de conservación, y determinar su prioridad de estudio, en términos de sus potencialidades de información cultural y los riesgos de alteración o pérdida.

Los descriptores contemplados en este instrumento incluían datos de ubicación, emplazamiento y características del medio, como también, información pertinente a su tipificación arqueológica y condiciones de conservación. Durante este proceso de evaluación se verificó la ubicación cartográfica de los asentamientos, cuyo registro quedó consignado en la carta

1:25.000 del Instituto Geográfico Militar y en la fotografía aérea de la zona, escala 1 : 30.000. Asimismo, se recuperaron datos geomorfológicos de cada uno de los emplazamientos y se describieron los principales caracteres que configuran su actual topografía. La documentación fotográfica se basó en vistas generales y detalles, tanto de aspectos ambientales como de rasgos culturales significativos. En general, no se recolectó material de superficie, salvo en contadas ocasiones donde las evidencias poseían indicadores diagnósticos claros.

Por otra parte, se inspeccionaron algunos sitios que habían sido definidos como acerámicos, en el marco de un proyecto anterior (Jackson y Seguel, 1994), a fin de descartarlos o incluirlos en la muestra de estudio, dando resultados positivos en algunos de ellos. Asimismo, áreas prospectadas previamente y que son de difícil visibilidad, fueron nuevamente inspeccionadas, ante la posibilidad de registrar nuevos sitios asignables al complejo Huentelauquén, lo que también condujo a resultados positivos. En alguno de estos casos se realizaron observaciones de perfiles expuestos y pruebas de pala para constatar depósitos culturales en estratigrafía.

En aquellos casos donde se recolectó material de superficie, éste fue debidamente limpiado, rotulado y embalado para proceder en el laboratorio a su descripción técnica y a su incorporación en el conjunto de muestras de los restantes sitios, a fin de realizar futuros análisis de carácter comparativo entre los diversos grupos artefactuales.

La información descriptiva de cada sitio tendió a considerar criterios homogéneos que permitieran comparaciones entre ellos. Para esto se vació la información en tablas que reunían las características principales y más relevantes de cada asentamiento, con el objeto de facilitar el proceso de interpretación. También se ubicaron los sitios en la carta topográfica del área, indicando las principales unidades geomorfológicas de su emplazamiento y los recursos circundantes existentes, lo que permitió hacer manejable la información para su discusión.

Junto al estudio de superficie de cada asentamiento y de su distribución espacial, se procedió a sondeos estratigráficos de 1 x 1 m en aquellos sitios con depósitos que permitieran recuperar contextos no perturbados. El propósito fue obtener asociaciones culturales en estratigrafía posibles de datar cronológicamente, y a su vez, contar con muestras comparables para el análisis de la totalidad de las evidencias recuperadas. Estas comparaciones fueron especialmente relevantes para establecer similitudes y diferencias entre los asentamientos sondeados.

El análisis y discusión de esta información ha servido de base para establecer una caracterización preliminar de los asentamientos Huentelauquén en el área de estudio, sus problemas de definición y planteamientos de hipótesis; elementos que han orientado el proceso de investigación posterior.

RESULTADOS: LOS ASENTAMIENTOS Y SUS EVIDENCIAS

Ubicación y emplazamiento

En el área de estudio se registraron en total 11 asentamientos arqueológicos atribuidos al complejo Huentelauquén. Estos se ubican en la franja costera comprendida entre el litoral y el barranco de la cordillera de la costa, abarcando una superficie aproximada de 66 km^2, lo que constituye una densidad de un sitio por cada 6 km^2, aunque distribuidos en forma desigual.

Las unidades geomorfológicas de sus emplazamientos corresponden en todos los casos a terrazas marinas con depósitos de paleodunas. Ningún sitio se registró en la terraza inferior (6 - 7 m.s.n.m.), aunque es preciso señalar que dicha terraza se presenta sólo en algunos sectores de la costa. En muchos casos ésta ha sido destruida por agentes naturales o labores antrópicas actuales. No obstante, no debería descartarse una eventual ocupación en el nivel correspondiente a esta terraza si se considera que, hacia los inicios del Holoceno, el nivel marino se encontraba probablemente por debajo del actual. Sobre la terraza intermedia (20 -

40 m.s.n.m.) se registraron nueve sitios situados, coincidentemente, al borde del acantilado que conduce al litoral. Algunos de estos sitios, algo más altos pero ubicados en la misma terraza, como ocurre con el LV. 014, podrían deberse a procesos de levantamiento tectónico producto de una falla geológica (Paskoff, 1993). Tal vez, esta misma situación podría explicar el emplazamiento de mayor altura que presentan los sitios de punta Purgatorio. Sobre la terraza superior (120 - 140 m.s.n.m.) se ubicó un sólo sitio, el más alejado de la línea de costa (1.5 km) y situado sobre un borde de quebrada. Entre la terraza intermedia y superior, sobre y hacia la base del talud erosionado, se registró un único sitio, situado próximo a la línea de costa (fig. 3).

Fig. 3: Vista Sur-Este de Punta Ñague, se observa playa de guijarros, talud muerto de la terraza II, la terraza II, sistema de paleodunas y sitio arqueológico.

La gran mayoría de los sitios (81.81 %), por lo menos en lo que se refiere a la ubicación de su emplazamiento, se encuentran adyacentes al litoral. Tres de ellos (LV. 098, 014, 114) tienen, a lo menos en la actualidad, acceso inmediato a un sistema litoral rocoso y arenoso. Sin embargo, en ellos predomina la presencia de recursos malacológicos de playa. En los restantes seis sitios (LV. 076, 079, 080, 081, 082, 206) se tiene acceso únicamente a un litoral rocoso, pero extrañamente sólo uno de ellos presenta una fauna malacológica de rocas. Este hecho pudiera ser reflejo de cambios paleoambientales o geográficos que se discutirán más adelante. Todos estos asentamientos presentan fuentes de agua y recursos o asociaciones vegetacionales próximas.

Existen sólo dos sitios (18.19 %) en situaciones de emplazamiento distintas a las anteriores. Por una parte, el sitio LV. 067, que si bien se encuentra próximo al litoral, en este caso rocoso, no existen en él evidencias claras de su explotación. Este asentamiento se emplaza en el borde sur de la desembocadura de quebrada de

Quereo, y cuenta con abundante agua y recursos vegetacionales que son posibles de obtener del bosque relictual que se desarrolla en la quebrada antes mencionada. Por otra parte, el sitio LV. 125 se ubica sobre la terraza superior al borde de la quebrada Los Desechos, lejos de la línea litoral rocosa. Sin embargo, presenta algunas evidencias de recursos malacológicos, aunque éstas son, comparativamente con los otros sitios, muy escasas. En la quebrada aledaña a este asentamiento también existe una fuente de agua permanente y un bosque relictual exuberante. La situación de ambos sitios, sugiere una cronología o función distinta a los restantes asentamientos descritos, dado su ubicación estratégica en relación al agua, vegetación y recursos faunísticos.

La distribución y densidad de los mismos sugieren un patrón de asentamiento nucleado - disperso, donde las concentraciones de sitios están separadas entre sí por 9 Km, aproximadamente. Se encuentran orientados esencialmente a los recursos litorales, aunque son sitios de función diferenciada, algunos de los cuales podrían corresponder a campamentos bases, mientras que otros tendrían un carácter logístico.

CARACTERÍSTICAS ESPACIALES Y ESTRATIGRÁFICAS

Todos los sitios presentan evidencias superficiales de restos culturales, gracias a las cuales pudieron ser identificados. Sin embargo, esto significa a su vez que la gran mayoría de estos asentamientos se encuentran en alguna medida perturbados, ya sea por erosión eólica o pluvial que han removido parcialmente los depósitos culturales, dejando al descubierto los niveles superficiales de la ocupación. No obstante, en la actualidad, gran parte de estas formaciones eólicas se encuentran estabilizadas, lo que ha permitido el desarrollo vegetativo de especies mesófitas que contribuyen, significativamente, a disminuir la incidencia de los agentes erosivos.

Los sitios tienden a disponerse con su eje de mayor longitud paralelo a la línea de costa, salvo algunas excepciones como son los asentamientos LV. 125 y LV. 067, ubicados en borde de quebrada. Presentan una planta ovoidal alargada en hondonada, producto de la erosión eólica de los fuertes vientos del oeste. En base a la dispersión de las evidencias superficiales y a la observación de los perfiles expuestos, se puede hacer una aproximación de la extensión de los sitios. El más pequeño es el LV. 206 (440 m^2) y el más grande el LV. 114 (37.050 m^2). Tales diferencias, sin embargo, no se relacionan con otros atributos significativos de los mismos, aunque el sitio LV. 206, parece ser el que presenta menos evidencias culturales y esta ubicado en un sector único que corresponde a la transición entre la terraza intermedia y superior. Es posible suponer, en base al tamaño y ubicación de éstos, la existencia de una red de asentamientos no centralizada que debe relacionarse con la función de los mismos, aunque se puede inferir que no todos los sitios fueron sincrónicos.

Los sitios corresponden a conchales con diferencias en la densidad de moluscos. En algunos casos, estos se presentan como montículos, en otros como estratos continuos, o bien, el material malacológico se presenta disperso en la superficie. Sólo el sitio LV. 067 registra escasas evidencias de asociación con material malacológico, lo que se relaciona mas bien con problemas de funcionalidad y cuya situación específica se discutirá más adelante. Entre las acumulaciones de moluscos se registran restos de osamentas de mamíferos, roedores, aves, peces y partículas de carbón, además de material lítico. En algunos sitios ha sido posible diferenciar claramente las áreas monticulares de moluscos de aquéllas con mayor actividad lítica, ya sea de manufactura y/o uso del instrumental, lo que implica una organización espacial de actividades intrasitio. La densidad de las evidencias culturales en superficie es muy variable de un sitio a otro, y es resultado de las actividades diferentes llevadas a cabo en cada uno de ellos, aunque también, en algunos casos, estas diferencias podrían ser atribuidas a procesos de formación y de transformación de los sitios (fig. 4).

La observación de perfiles expuestos, así

Fig. 4: Vista general del sitio L.V. 076 emplazado en un sistema de paleodunas erosionadas eólicamente.

Fig. 5: Perfil expuesto por erosión correspondiente al sitio L.V. 080 de Punta Purgatorio. Se observa depósito estratificado de moluscos, especialmente Machas (Mesodesma donacium)

como las pruebas de pala que se efectuaron en algunos de los asentamientos, permitieron detectar evidencias de depósitos culturales en estratigrafía, en nueve de los once sitios registrados. Estos están constituidos, en la mayoría de los casos, por estratos de acumulaciones de moluscos asociados a otros restos culturales. Presentan un espesor promedio de casi 30 cm y una matriz arenosa de paleoduna. En algunos casos éstos asoman superficialmente por la erosión, y en otros, se encuentran bajo depósitos de paleodunas de hasta 2.60 m de espesor, que se manifiestan en perfiles expuestos. En un único caso (LV. 014), el depósito cultural se registró por debajo de la paleoduna e inmediatamente sobre la superficie de la terraza, lo que sugiere una mayor antigüedad para este asentamiento (fig. 5).

Los estratos culturales se presentan principalmente como capas horizontales y continuas. En otros casos denotan la forma de acumulaciones monticulares, en una matriz arenosa café oscura, a veces casi negra por la descomposición de material orgánico. Algunos sectores manifiestan pequeños rasgos de combustión, a veces lentes de acumulaciones diferenciales de moluscos a modo de micro-eventos

depositacionales. La gran mayoría de los sitios presentan un depósito estratigráfico cuya extensión estimable es superior al 50 %, en relación a su tamaño observable.

En algunos casos, las acumulaciones culturales son depósitos estratigráficos comprimidos por efecto de la erosión eólica que transporta las partículas de arena, sobreponiendo los residuos más pesados y generando, en consecuencia, un palimpsesto de los eventos depositacionales, que es difícil de discriminar.

A lo menos cuatro, de los once sitios registrados, presentan reocupaciones que están evidenciadas y segregadas estratigráficamente del componente Huentelauquén. Estas corresponden a componentes del arcaico medio - tardío, atribuido al complejo Papudo. Están constituidas por depósitos de conchales, formados básicamente por valvas de locos (*Concholepas concholepas*) asociados a instrumentos líticos elaborados sobre grandes y pesados guijarros. Esta última situación permitiría segregar, a lo menos algunas categorías artefactuales, cuando los sitios se presentan superficialmente reocupados. Tales sitios constituyen asentamientos claves para establecer cambios secuenciales de carácter local. Por otra parte, sólo un sitio presenta superficialmente algunos fragmentos de cerámica lo que podría corresponder, probablemente, al tránsito de grupos alfareros por el área.

Los antecedentes anteriormente expuestos dejan en evidencia que los sitios Huentelauquén tienen un buen potencial estratigráfico, donde es posible recuperar contextos asociados y datables para este complejo. Tales antecedentes se contraponen a la opinión de varios autores que han considerado que se trata más bien, de sitios superficiales arrasados (Iribarren, 1961; Gajardo, 1963; Weisner, 1969). Aparentemente, en aquellos casos, la tendencia estuvo orientada a recuperar artefactos diagnósticos superficiales y no a intentar buscarlos en estratigrafía, ya que se asumía, a priori, el carácter superficial de los sitios, o bien, no se diagnosticaba claramente la magnitud en que los procesos erosivos habían afectado a los mismos.

RASGOS Y EVIDENCIAS ARTEFACTUALES

La presencia superficial de rasgos en los sitios se ha puesto de manifiesto en dos asentamientos (LV. 067 y 098), por la presencia de varias acumulaciones de roca granítica de forma ligeramente tumular, planta circular y diámetro entre 70 y 100 cm. Estas han sido relacionadas preliminarmente con alguna actividad de combustión, pues algunas de ellas presentan huellas de exposición al fuego asociadas a partículas de carbón. Se desconoce, sin embargo, su función específica. También se han registrado en otros componentes del arcaico y en consecuencia, se considera que no son exclusivas del complejo Huentelauquén.

Otros rasgos «estructurales» de superficie se han detectado en los sitios LV. 076, 098 y 125. Consisten en «ruedos» de roca granítica, aproximadamente circulares, con diámetros que oscilan entre 1.50 y 2 m. Estos se presentan asociados a algunos restos de moluscos y desechos de talla, y se han interpretado como basamentos colapsados de algún tipo de paraviento. En otros sitios se han registrado acumulaciones de rocas sin una forma definida, que podrían corresponder a algún tipo de estructura arrasada.

A nivel estratigráfico, en las excavaciones del sitio punta Ñagué (LV. 098 - A), se registró una aparente estructura circular como las descritas anteriormente, en cuyo ruedo de rocas se delimitaba al mismo tiempo un pequeño fogón asociado a restos de moluscos, osamentas, partículas de carbón y algunas lascas líticas. En las excavaciones preliminares del sitio Quereo Norte (LV. 067), se registraron bloques pétreos de superficies planas, asociados a instrumentos de corte y raído. Se sospecha que tales bloques se relacionan con soportes para actividades de destazamiento.

Las evidencias de tales rasgos en algunos de los sitios sugieren una cierta permanencia de los habitantes en los mismos, así como una mayor complejidad de las áreas de actividad de la que se suponía para los asentamientos Huentelauquén.

Los conjuntos artefactuales están constituidos casi únicamente por el instrumental lítico. No obstante, en uno de los sitios (LV. 098) se registró superficialmente una cuenta de collar circular plana y algunos moluscos con indicios de haber sido modificados intencionalmente.

Entre los artefactos líticos registrados se identificaron, en a lo menos cuatro sitios, los típicos litos geométricos y algunas preformas de los mismos. En el depósito estratigráfico del asentamiento localizado en punta Ñagué (LV. 098), se registró un fragmento de un lito poligonal erosionado sobre «coquina» y en la base de un perfil expuesto del sitio punta Purgatorio (LV. 079) se recuperaron dos fragmentos, uno de los cuales corresponde a un lito poligonal en arenisca, y el otro, a una preforma de lito poligonal en granito. En esta misma zona, en el sitio LV. 206, se registró en superficie una preforma de lito, aparentemente poligonal. A tales hallazgos hay que agregar la presencia de un lito geométrico recuperado con anterioridad en el borde norte de la quebrada Quereo (Núñez, 1983), el cual se relaciona, probablemente, con el sitio designado en este estudio como LV. 067, que se ubica a escasos metros al norte de dicha quebrada. Otros artefactos característicos del complejo Huentelauquén son los micro-morteros de arenisca, para los cuales sólo se tiene registro de una pieza recuperada en estratigrafía en el sitio de punta Ñagué y la que se encuentra asociada al fragmento de lito antes mencionado.

Las típicas puntas lanceoladas pedunculadas y sus preformas han sido registradas sólo en superficie. Para el sitio de punta Ñagué se cuenta con varias piezas enteras y preformas, lo mismo que para el sitio quebrada de Quereo Norte. Una pieza retomada ha sido registrada en el sitio punta Penitente, y otra casi entera, con fractura laminar de impacto en su extremo, fue registrada en el sitio quebrada Los Desechos. Otros sitios, que no presentan este tipo de puntas muestran claros desechos de talla bifacial con talones seudo - facetados, característicos del rebaje de las preformas para elaboración de puntas lanceoladas pedunculadas. (Fig. 6)

La asociación de los litos geométricos, los micro-morteros de arenisca y las puntas lanceoladas han sido tradicionalmente los elementos más diagnósticos para asignar la afinidad cultural al complejo Huentelauquén. A lo menos seis de los sitios (54,54%) de la muestra estudiada, asignados a este complejo, presentan tales indicadores.

Otras categorías de instrumentos formatizados que se asocian a los anteriores y que han sido identificados en el área de estudio son los siguientes : guijarros ovoidales sin modificaciones intencionales, guijarros con huellas de trituramiento extremo - laterales, tal vez utilizados como percutores, guijarros sobadores, yunques líticos, cuchillos de astillamiento marginal, raspadores de dorso alto, cepillos, denticulados, raederas, perforadores, tajadores de astillamiento uni y bilateral, lascas retocadas de función no definida, así como numerosas lascas de filos vivos con micro - huellas de uso utilizadas para diversas funciones, consideradas como instrumentos no formatizados de uso expeditivo (fig. 7)

Como instrumentos de trabajo y subproductos del proceso de talla, se han registrado percutores, yunques, cantos astillados, núcleos por lo general poliédricos, trozos aberrantes, derivados de núcleo que incluyen principalmente lascas, aunque con menor frecuencia algunas láminas, piezas bipolares, desechos de talla, preformas y otros fragmentos e instrumentos en proceso de elaboración. Las técnicas de talla empleadas han sido la percusión directa y en forma ocasional la percusión bipolar. La técnica de presión por retoque ha quedado atestiguada en la elaboración de las finas puntas lanceoladas, en las que seguramente se utilizaron retocadores de hueso.

Las materias primas empleadas, tanto en los litos geométricos como en los micro-morteros, ha sido el granito y la arenisca. En los instrumentos formatizados por retoque, el material utilizado corresponde a rocas de origen alóctono de grano fino y de carácter cripto - cristalino, que incluyen algunos tipos de sílex, cuarzo, cristal de cuarzo e incluso obsidiana. Esto sugiere movimientos hacia la precordillera donde se ubican algunas fuentes de estas materias primas. Para los restantes instrumentos,

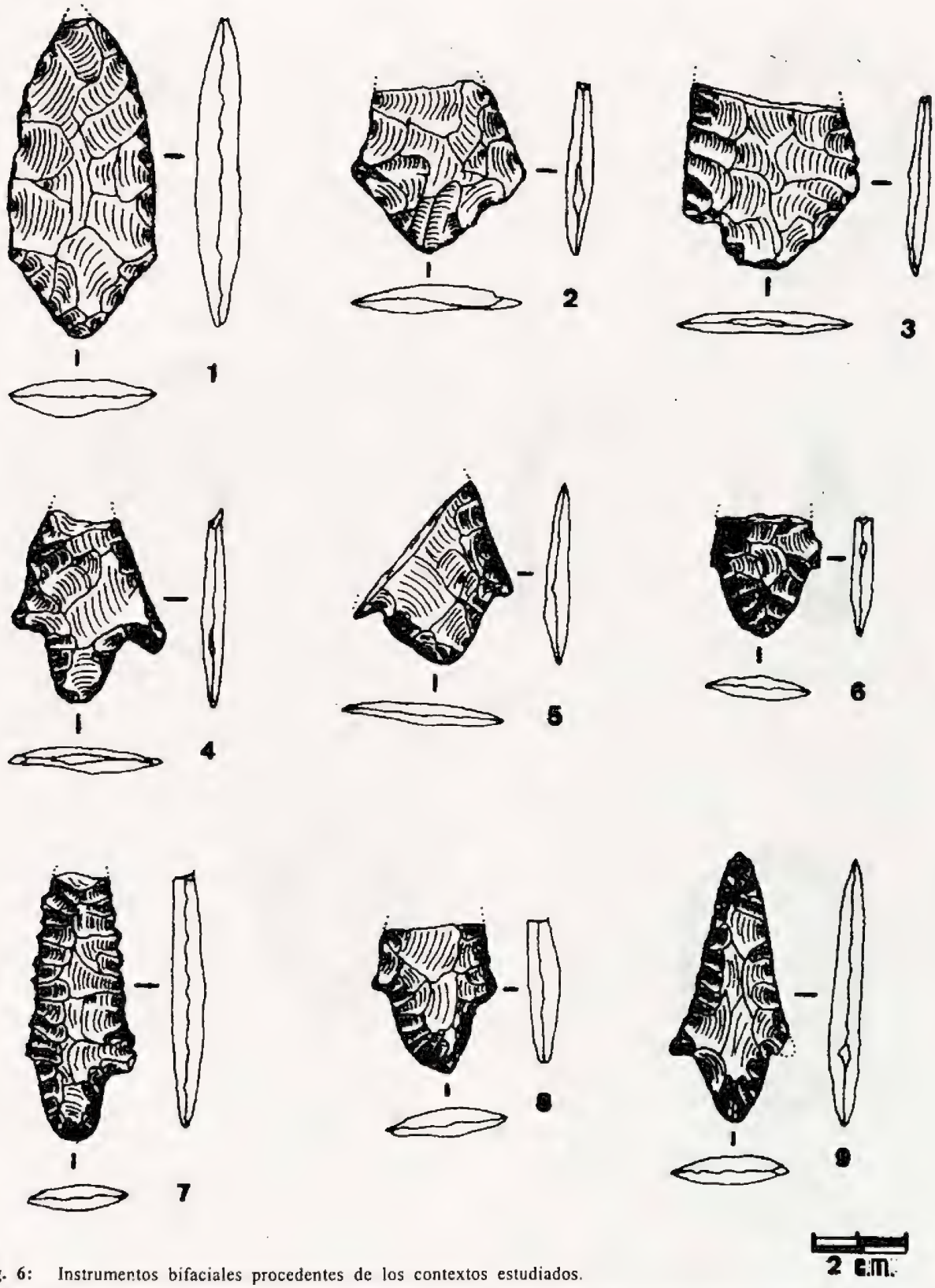


Fig. 6: Instrumentos bifaciales procedentes de los contextos estudiados.
1. Preforma de punta con pedúnculo enunciado (L.V. 067); 2. Fragmento de preforma de punta con pedúnculo enunciado (L.V. 098-A); 3. Fragmento de preforma de punta con pedúnculo enunciado (L.V. 098-A); 4. Punta pedunculada con aletas y hoja triangular (L.V. 098-A); 5. Punta pedunculada con aletas y hoja triangular (L.V. 014); 6. Fragmento próximal de punta pedunculada con hombros (L.V. 098-A); 7. Punta pedunculada con aletas y borde aserrado (L.V. 067); 8. Fragmento próximal de punta pedunculada con hombros (L.V. 067); 9. Punta pedunculada con aletas y hoja triangular (L.V. 067)

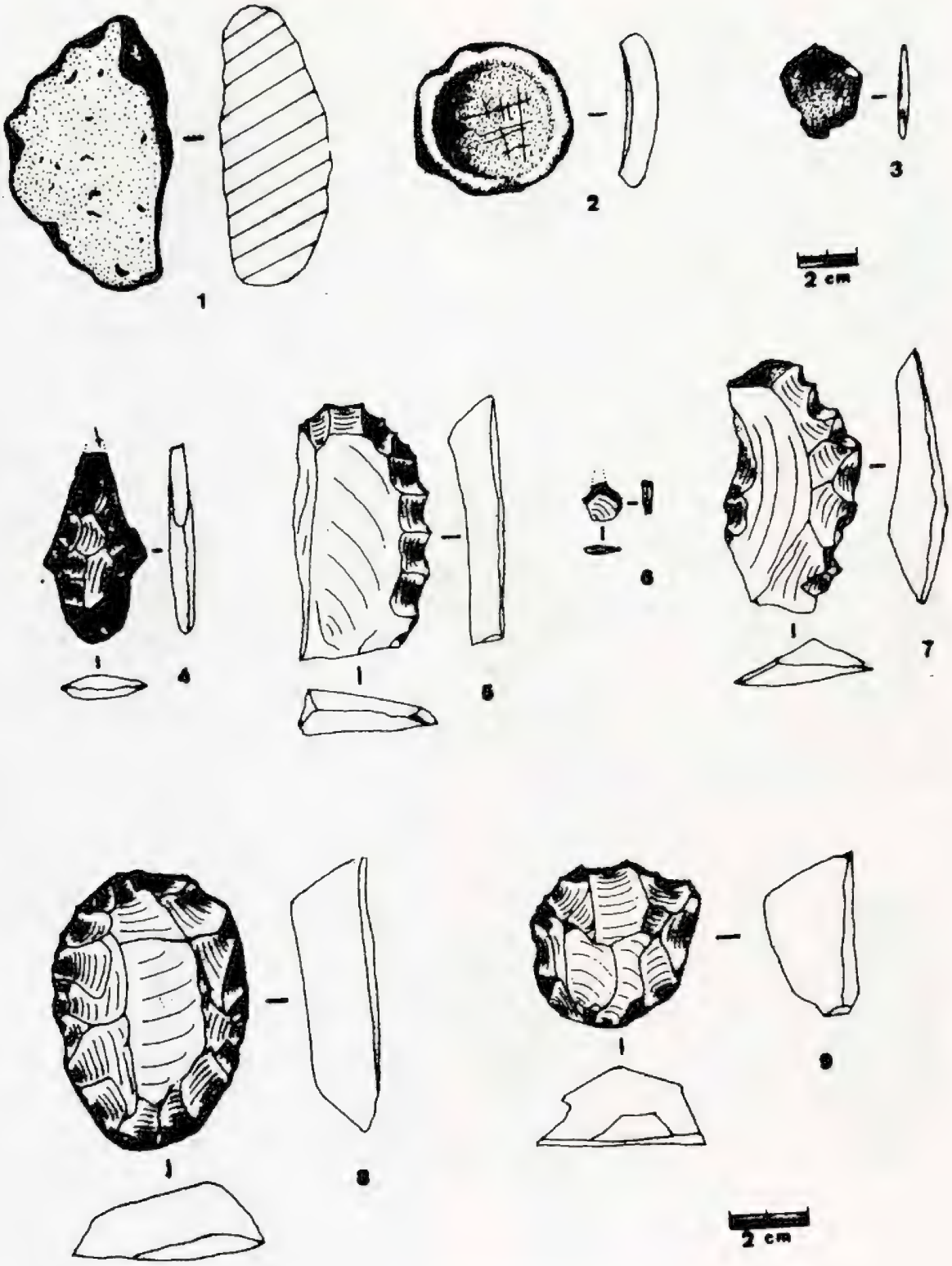


Fig. 7: Instrumental lítico procedente de los sitios arqueológicos estudiados.
1. Fragmento de lito geométrico sobre "coquina" (L.V. 098-A); **2.** Micro-mortero sobre arenisca (L.V. 098-A); **3.** Placa trabajada (pendiente ?) sobre pizarra (L.V. 098-A); **4.** Punta pedunculada con fractura por impacto (L.V. 0125); **5.** Denticulado marginal simple (L.V. 098-A); **6.** Micro-lezna sobre obsidiana (L.V. 014); **7.** Denticulado marginal simple (L.V. 079); **8.** Raspador mono-facial (L.V. 079); **9.** Cepillo o raspador de dorso alto (L.V. 098-A)

formatizados o no, se utilizaron materias primas locales de regular calidad en cuanto a sus características de talla o la utilidad de sus filos. Sólo un sitio presenta un artefacto sobre una pequeña plaquita de pizarra, la que ha sido trabajada para lograr una especie de pendiente.

Se han registrado superficialmente otras categorías de instrumentos, las que no podemos atribuir con seguridad al componente Huentelauquén, sino tentativamente a la reocupación de estos sitios. Estas corresponden a puntas triangulares de base recta y piedras horadadas que se atribuyen al complejo Papudo, junto con raspadores discoidales y puntas lanceoladas apedunculadas y triangulares de base cóncava, probablemente, relacionadas con componentes del arcaico tardío e incluso del agroalfarero.

LAS EVIDENCIAS ECOFACTUALES

Los restos vegetales se encuentran representados únicamente por pequeños trozos y partículas de carbón, dispersos o asociados a fogones. Su estudio antrocológico permitirá en el futuro investigar a lo menos las especies utilizadas en la combustión. Algunas muestras de suelo obtenidas de contextos estratigráficos podrían permitir recuperar por medio de la técnica de flotación, otros restos orgánicos, tales como semillas.

La fauna terrestre se encuentra representada, tanto en estratigrafía como en superficie, sólo por la escasa presencia de algunos restos de osamentas de camélidos (*Lama sp*), zorro (*Pseudalopex sp*) y varias especies de roedores (*Spalacopus cyanus, Abrocoma bennetti* y *Octodon sp.*). Algunos de estos huesos presentan huellas de exposición al fuego, aunque éstas no constituyen pruebas que las presas fueron consumidas. Es probable que el *Spalacopus cyanus* se haya incorporado a los contextos a través de procesos tafonómicos. De las aves que se han podido identificar se encuentran representadas dos especies del género *Spheniscus*. Lamentablemente, la condición de preservación de los restos recuperados no han permitido aún, su determinación a nivel de especie.

Los mamíferos marinos se encuentran bien representados en varios de los sitios estudiados. En punta Ñagué se han identificado a lo menos tres ejemplares de lobos marinos (*Otaria byronia*) y una especie de foca (*Arctocephalus sp. ?*), cuyos restos provienen de una superficie excavada de 2 m^2. Este último hallazgo podría constituir un indicador de cambios climáticos para la zona, en vista que su distribución actual no incluye el área de Los Vilos. En varios otros sitios se han constatado restos de osamentas de nutria (*Lutra felina*), y en un caso un hueso de cetáceo. Algunas de las osamentas presentan huellas de cortes de cuchillo producto de su destazamiento, fracturas y huellas de exposición al fuego, lo que atestigua caza, destazamiento, consumo y descarte diferencial en los asentamientos.

La fauna malacológica es la que esta mejor representada en la gran mayoría de los sitios, salvo en quebrada de Quereo Norte (LV. 067), donde las evidencias son muy reducidas, lo que se relaciona con la funcionalidad distinta de este asentamiento.

Entre estos moluscos están los bivalvos, tales como: macha (*Mesodesma donacium*), almejas (*Eurhomalea rufa, Protothaca thaca*), choro (*Choromytilus chorus*) y chorito maico (*Perumytilus purpuratus*). Las machas presentan una notoria mayor frecuencia, en nueve de los once sitios registrados. Los poliplacóforos se encuentran representados en todos los sitios por varias especies de chitones, los que incluyen en orden de frecuencia, *Chiton granosus, Chiton latus, Acanthopleura echinata* y *Enoplochiton niger*. Los gastrópodos están representados en todos los sitios por numerosas especies. En orden de frecuencia, se disponen los Locos (*Concholepas concholepas*), varias especies de lapas y «señoritas» (*Fissurella sp.* y *Patella sp.*) y caracoles (*Tegula atra, Diloma nigerina, Prisogaster niger, Acanthina monodon* y *Tegula tridentata*, entre otras).

A pesar de la gran variedad de especies presentes en el ecosistema circundante, la explotación de moluscos se centró esencialmente en la macha, especie característica del ambiente arenoso. Sin embargo, en la actualidad, en

seis de los sitios registrados, el litoral más inmediato a los mismos corresponde a un sistema rocoso con escasa o nula presencia de machas, debido justamente a la falta de playas arenosas. Esto lleva a pensar que debe haber ocurrido algún tipo de cambio drástico que ha llevado al desaparecimiento de playas arenosas motivadas por condiciones paleoclimáticas diferentes. La única excepción lo constituye uno de los sitios de punta Purgatorio (LV. 079), donde predominan notoriamente los locos (*Concholepas concholepas*) y cuyo asentamiento podría proporcionar, comparativamente, información en relación a esos eventuales cambios paleoambientales.

No todos los moluscos que se encuentran formando parte de los contextos fueron consumidos por las poblaciones que conformaron dichos asentamientos. Algunas se incorporaron indirectamente a los contextos en calidad de epibiontes (*Scurria parasitica*). Otras en cambio, presentan desgastes erosivos que indican que fueron arrojadas por las mareas y luego recolectadas, tal vez como bienes de status. Tal es la situación de los ostiones (*Argopecten purpuratus*) y algunos caracoles (*Oliva peruviana* y *Turritella singulata*).

Junto a las evidencias anteriores, la gran mayoría de estos sitios presentan restos de peces. A lo menos diez especies distintas han sido identificadas por sus otolitos: jurel (*Trachurus symmetricus*), corvina (*Cilus montii*), cabinza (*Isacia conceptionis*), tomoyo (*Auchenionchus sp.*), y blanquillo (*Prolatilus jugularis*), entre otras. Todas corresponden a especies de fondos rocosos y arenosos. También se han registrado crustáceos y equinodermos, entre los primeros jaibas (Homalapsis plana) y picorocos (*Megabalanus*), y en los segundos el erizo de mar (*Loxechinus albus*).

DISCUSIÓN

Uno de los problemas que se presenta en la asignación de estos sitios al Complejo Huentelauquén, son los indicadores utilizados. A lo menos seis de los once sitios registrados presentan algunos de los indicadores «clásicos», sean éstos los litos geométricos, los micro - morteros de areniscas o las puntas lanceoladas pedunculadas. Los cinco restantes, si bien no evidencian tales indicadores, fueron asignados a este complejo cultural, en base a otros artefactos que hemos considerado propios de estos cazadores - recolectores, tales como los raspadores de dorso alto, denticulados laterales, preformas lanceoladas bifaciales y lascas de desbaste bifacial con talón seudofacetado, que se han registrado sólo en estos asentamientos.

Tales artefactos podrían ser fácilmente cuestionables como indicadores para la asignación de estos sitios al complejo en cuestión, especialmente cuando se consideran como unidades discretas y aisladas. Sin embargo, han sido mucho más reveladoras las asociaciones de tales artefactos y su relación con sus respectivas cadenas de elaboración y uso. Es aún mucho más significativo el carácter del contexto global en que se encuentran tales artefactos, en cuanto a su ubicación, emplazamiento, tipo de sitios, materias primas utilizadas, fauna asociada y la singularidad en que se encuentran. Por otra parte, tales artefactos no han sido registrados en contextos distintos. Más que los artefactos en sí, el contexto global tiene un sello propio y diferencial de los restantes contextos del área, lo que constituye el indicador más significativo.

Lo anterior, sin embargo, no carece de problemas. Las reocupaciones en algunos de los sitios producen un efecto perturbador en el sello distintivo de los contextos, y por consiguiente, la evidencia superficial debe tomarse con mucha cautela. No obstante, las excavaciones estratigráficas realizadas en a lo menos tres sitios de la muestra, han confirmado la primera impresión sobre la afinidad cultural de los asentamientos.

Uno de los problema más difíciles de resolver, es que no se puede esperar que todos los sitios del complejo Huentelauquén presenten necesariamente las mismas características artefactuales como indicadores. Una generalización de este tipo correspondería a homoge-

neizar las actividades desarrolladas en los asentamientos en desmedro de su diversidad funcional. En este sentido, pueden existir sitios de difícil asignación o que no consideramos como pertenecientes a este complejo, en virtud de la ausencia de indicadores clásicos. Esta situación tiende a sesgar las muestras de estudio y, consecuentemente, inciden en nuestra visión sobre el patrón de asentamiento. Esto debiera motivar la formulación teórica de hipótesis o modelos sobre el tipo de sitios, contextos y patrón de emplazamiento esperable para el complejo Huentelauquén, en función de la diversidad funcional y de los ecosistemas circundantes, aptos para la subsistencia.

En relación al patrón de asentamiento, las evidencias registradas en la costa de Los Vilos muestran un patrón nucleado - disperso, aunque el conjunto de sitios de punta Purgatorio, dada su cercanía, podría eventualmente constituir un sólo gran asentamiento, pero no necesariamente sincrónico.

Si se considera la distribución espacial de los sitios, se observa que, aquellos sitios ubicados al sur de Los Vilos quedan incluidos en un radio máximo de cuatro kilómetros, lo que aproximadamente equivale a una caminata de una hora, a partir de cualquiera de ellos. Esto podría implicar una unidad, o red de asentamientos, de funciones diferenciadas de acuerdo a las áreas de captación de recursos. A este respecto se puede considerar, a modo de hipótesis, que el sitio quebrada Los Desechos (LV. 125) constituyó un campamento base, pues presenta evidencias de estructuras y una baja frecuencia de moluscos. Esta baja frecuencia se debería, básicamente, a que el transporte de tales recursos se realizaría una vez que estos han sido desconchados, en los sitios logísticos alternativos de explotación, como son punta La Cachina (LV. 114) y los sitios de punta Purgatorio (LV. 076, 080, 081, 082, 206) que se ubican al borde del litoral y presentan abundantes restos malacológicos producto del desconche local. Se excluye de esta relación el sitio LV. 079, localizado también en la zona de punta Purgatorio, por sus diferencias contextuales en la composición malacológica, representada principalmente por locos (*Concholepas concholepas*). El sitio Quereo Norte (LV. 067) habría constituido un asentamiento de avistamiento y destazamiento de presas cazadas en las inmediaciones de quebrada Quereo, las que luego habrían sido transportadas al campamento base. Esta situación explicaría por una parte, la ausencia casi total de restos malacológicos en el área de ocupación, y por otra, la alta frecuencia de artefactos líticos, tales como: puntas de proyectil, cuchillos y raederas, entre otros, los que sin duda fueron utilizados para las funciones antes señaladas.

Hipotéticamente, la red de asentamientos habría articulado un asentamiento base (LV. 125) con sitios alternativos para la explotación de recursos claves como la macha (LV. 114, 076, 080, 081, 082, 206) y con un sitio de avistamiento y destazamiento de presas (LV. 067). Es muy probable también que otros asentamientos hayan estado funcionando dentro de este sistema, tal vez lugares de aprovisionamiento y procesamiento de material lítico local, aún no detectados.

El sitio LV. 079 de punta Purgatorio, que se ha excluido de las hipótesis de la red de asentamientos, puede ser considerado por el momento un sitio aislado, de mayor antigüedad que los anteriores y tal vez de carácter exploratorio para las ocupaciones posteriores del área. De hecho, una datación radiocarbónica efectuada sobre molusco y obtenida de la base de la ocupación, lo sitúa en los 10.040 +/- 70 años A.P., constituyendo hasta la fecha, la datación más temprana del área.

En caso de sincronía, los dos sitios ubicados al norte de Los Vilos, punta Ñagué (LV. 098) y punta Penitente (LV. 014), que se encuentran distantes entre sí por dos kilómetros y aproximadamente a media hora de caminata, podrían representar parte de una red incompleta de asentamientos. Punta Ñagué podría constituir el asentamiento base, tanto por sus características contextuales - especialmente en lo que se refiere a su diversidad artefactual y a la gran variedad de recursos explotados - como por los rasgos estructurales que presenta. En cambio punta Purgatorio podría corresponder a un sitio alternativo de

explotación de moluscos, especialmente de machas. Sin embargo, existen algunos indicios que hacen sospechar que este sitio posee una mayor antigüedad y, por consiguiente, no podría ser parte de una supuesta red que se organiza a partir del sitio de Ñagué. La falta de sitios diferenciados funcionalmente, en el sector norte del área de estudio, podría relacionarse con la mayor cercanía a una gran variedad de recursos, como ocurre actualmente. Por tanto, no se habría generado la necesidad de una red satélite de sitios. Sin embargo, no habría que excluir también la posibilidad de que estos no hayan sido detectados durante la prospección.

Se desconoce con exactitud el carácter permanente o la estacionalidad de los asentamientos en referencia. Se supone, sin embargo, la existencia de una red de estos con campamentos base. Esto sugiere una permanencia algo prolongada en el lugar, tal vez durante la época estival. Hasta la fecha no se han registrado indicadores claros de ocupación invernal.

Se sabe de movimientos hacia valles y precordillera, pues prospecciones preliminares en el área interior de estudio, han permitido localizar, a lo menos un sitio seguro atribuible al complejo Huentelauquén. Este se ubica inmediatamente a los pies de la bajada de la cuesta de Cavilolén que conduce al valle de Illapel y, probablemente, corresponde al sitio mencionado por Iribarren como Canelillo (Castillo, 1990). En este sitio hemos registrado desechos, preformas y una punta lanceolada pedunculada, sobre una materia prima silícea de color rojizo, de las mismas características a las recuperadas en los sitios de la costa. Otro sitio del interior que aparentemente presenta el mismo tipo de materia prima con la que se elaboró una punta pedunculada descrita por Iribarren (*Op cit.*), se ubica en el sector de Ranque - San Agustín, en el Valle del Choapa (Valdivieso, 1985). Otras materias primas como cuarzo y cristal de roca registrados en los sitios de la costa, así como la obsidiana presente en los artefactos de Ranque - San Agustín, servirían de antecedentes para confirmar los movimientos de estos grupos cazadores - recolectores hacia tierras interiores, motivados por la obtención de materias primas, como ha quedado demostrado más al norte en el taller lítico de Cárcamo, cuyo contexto ha sido relacionado con el complejo cultural Huentelauquén (Ampuero, 1969).

Sitios cordilleranos en la zona de Illapel, como por ejemplo los Cerrillos, que presenta las típicas puntas pedunculadas asociadas a moluscos provenientes de la costa (Valdivieso, 1985), así como los sitios transandinos de la cordillera oriental relacionados con veranadas e identificados como industria La Fortuna, han sido vinculados con Huentelauquén (Gambier, 1985; 1986). Sin duda, estos antecedentes estarían demostrando también movimientos interiores, relacionados con la obtención de recursos claves, como son los camélidos y las materias primas líticas. Esto implica una red de asentamientos a una escala más regional y compleja en relación a los patrones de movilidad y asentamiento de estos grupos de cazadores - recolectores.

El patrón de asentamiento localizado en la costa se encuentra orientado esencialmente a la explotación de los recursos marinos, en base a los cuales se constituyó la forma de subsistencia de estos grupos. El principal elemento en la dieta diaria fueron los moluscos. Este es un recurso de alta predictibilidad en su recolección, abundante, disponible durante todo el año y de fácil obtención. La mayoría de los sitios se encuentran representados fundamentalmente por machas (*Mesodesma donacium*), bivalvo que puede ser obtenido en el intermareal en sistemas litorales de sustrato arenoso. Sin embargo, gran parte de los moluscos poseen valores bajos en proteínas, aunque los bivalvos, como la macha, presentan valores más altos (12,0 %) que la mayoría de los gastrópodos (9,9 %). Por otra parte, el poliplacóforo Enoplochiton niger (24,7 %) que se encuentra bien representado en la gran mayoría de los sitios, y las Concholepas concholepas (21,5 %) que constituyen el principal recurso malacológico - a lo menos en uno de los sitios estudiados - se caracterizan por valores proteicos más altos (Borgstrom, 1962 b; citado en Llagostera, 1979).

Los crustáceos, que presentan valores más altos en proteínas (27.1 - 22.0 %) que los

moluscos, se encuentran escasamente representados en los contextos. Seguramente su captura representa un oportunismo ocasional durante la recolección de moluscos, debido a la mayor rapidez de su desplazamiento en el intermareal.

Los estudios estratigráficos del sitio punta Ñagué, totalizan 26 especies de moluscos recolectados. La macha representa el 87 % de su abundancia. Esto indica una explotación de alta predictibilidad, en especial, en el intermareal de sustrato arenoso. Sin embargo, a lo largo de la secuencia del depósito cultural se observa una disminución de su frecuencia que se relaciona con un aumento progresivo de su tamaño. Este fenómeno se corresponde con un aumento de los gastrópodos hacia los niveles superiores del depósito estratigráfico.

Lo anterior puede interpretarse como un progresivo conocimiento del intermareal por parte de las poblaciones del arcaico temprano, los que siendo cada vez más selectivos en el tamaño de los moluscos recolectados, han ido intensificando cada vez más la explotación de los recursos de roca. Esto debió implicar, a la vez, una clara observación de las bajas mareas y de los frentes de exposición de los gastrópodos, así como también, el desarrollo y manejo de una tecnología extractiva que, aunque simple, fuese eficiente. Tal vez el uso de tajadores líticos a modo de chope y algún tipo de desconchador debieron ser utilizados en tales funciones.

Los peces están presentes en casi todos los sitios. Estos tienen valores más altos en proteínas que los moluscos. Se ha calculado un contenido promedio de 20 gr de proteína por cada 100 gr de carne, a través de los cuales se satisfacen los requerimientos de ácidos grasos (Llagostera, 1979). Sin embargo, los peces deben haber constituido para esos pobladores un recurso menos predecible y de mayor oportunismo en su captura que los moluscos. Su obtención requiere un mayor gasto energético y una tecnología de captura más sofisticada.

Las evidencias estratigráficas de punta Ñagué muestran la presencia de diez especies diferentes de peces, predominando jureles (*Trachurus symmetricus*) y corvinas (*Cilus montii*). Se evidencia un ligero aumento de la variedad de especies y número mínimo de individuos a lo largo de la secuencia, lo que también podría interpretarse, como un mejor conocimiento del medio para la captación de recursos.

La captura de estos peces, aunque no se posee evidencias directas, pudo llevarse a cabo con el uso de redes, arponeo o por enganche bajo las rocas. Es probable que algunos guijarros ovoidales sin modificaciones llevados al sitio, hayan servido de pesas para redes. Tampoco se puede descartar que las puntas lanceoladas pedunculadas hayan sido utilizadas como arpones. Las aletas de estas pueden haberse utilizado a modo de barbas de retención para los peces, así como se ha planteado para las puntas tipo Paiján, de morfología similar, en la costa del Perú (Pelegrin y Chauchat, 1993). Cuchillos líticos de retoque lateral y lascas de filos vivos debieron ser usados para el procesamiento de los pescados y los particulares denticulados líticos como instrumentos para descamar.

Los mamíferos marinos, como el chungungo (*Lutra felina*) y el lobo marino de un pelo (*Otaria byronia*), especialmente este último, se encuentran bien representados en varios de los sitios. Debieron presentar una alta predictibilidad y constituir un recurso clave en la dieta alimenticia de estos grupos, proporcionando a través de sus ácidos grasos los principales requerimientos energéticos. En las evidencias de los contextos se encuentran ejemplares adultos y juveniles. Sus osamentas muestran indicios de fracturas y huellas de cortes con cuchillos y raederas líticas, como las registradas en los sitios. Su captura debió realizarse en la orilla del litoral con garrotes, con los cuales les fracturaban el cráneo, o bien, con el empleo de arpones, donde debieron usarse las puntas lanceoladas pedunculadas. Es muy probable que las osamentas y, especialmente las pieles de los lobos marinos, fueran aprovechadas como materias primas, preparándolas con instrumentos tales como raspadores, raederas, cuchillos y perforadores. Se cuenta con evidencia directa del empleo de estos instrumentos, que cumplieron dichas funciones, a través de los análisis de micro huellas de uso.

Otros recursos faunísticos están escasamente representados. Entre ellos, los camélidos (*Lama sp.*), el zorro (*Pseudalopex sp.*) varias especies de roedores y algunas aves de mediana predictibilidad y, seguramente, de captura oportunista. Tales recursos debieron completar los requerimientos energéticos de estos grupos cazadores - recolectores y proporcionar materias primas, como hueso y pieles, para la elaboración de otros artefactos.

Como consecuencia de tales evidencias, los asentamientos estudiados muestran una subsistencia basada, fundamentalmente, en recursos marinos. Por una parte, los moluscos desempeñarían un rol clave en el mantenimiento diario, y por otra, los mamíferos marinos entregarían los requerimientos energéticos necesarios. Los recursos terrestres al parecer no tuvieron un rol fundamental en la dieta de estos grupos, con excepción de Lama sp. Todo indica el desarrollo de una forma económica esencialmente marina, centrada en la explotación cada vez más eficiente del ámbito intermareal.

Considerando la evidencia existente, no es posible asumir que las condiciones ambientales en el Pleistoceno final y comienzos del Holoceno fueran similares a las actuales, lo que tiene directa relación con la comprensión de los patrones de asentamiento y subsistencia de los grupos arcaicos tempranos.

A este respecto, y en base a los estudios realizados en quebrada de Quereo, se ha sostenido que, entre los 11.500 y 10.500 años A.P., durante la subedad Alleröd, que define el comienzo del Holoceno o Postglacial, el clima es cálido - seco de condiciones áridas. Posteriormente, entre los 10.500 y 6.500 años A.P., durante las subedades Younger Dryas y Preboreal, el clima es frío y lluvioso con condiciones palustres (Nuñez *et al*, 1983 ; 1994). Contradictoriamente, sin embargo, se ha postulado para el Holoceno temprano de la alta cordillera del semiárido, ubicado algo más al norte del área de estudio, la existencia de condiciones climáticas cálidas y semi húmedas con dataciones de 9.650 +/- 100 años A.P. ; fecha que correspondería al óptimo climático Postglacial (Veit, 1991). Esta última información es coincidente con los datos recuperados en el sitio Huentelauquén de quebrada Las Conchas, en el norte árido, datado en 9.680 +/ - 160 años A.P., a partir de los cuales se han inferido condiciones climáticas que manifiestan un incremento paulatino de la temperatura, avanzando hacia su máxima oscilación en el óptimo climático (Llagostera, 1977).

Las primeras evidencias del arcaico temprano datadas en Los Vilos hacia los 10.000 años A.P. (Jackson, 1993), sugieren ubicar a estas ocupaciones, en base a la información proveniente de quebrada de Quereo, bajo condiciones más bien frías y lluviosas. Sin embargo, los contundentes estudios de Veit (1990) y Llagostera (1977), permiten sugerir más bien, condiciones cálidas y semi húmedas para el Holoceno temprano, lo que suponemos debió implicar algún momento con niveles marinos más bajos que los actuales. En este sentido, se ha señalado que entre los 10.000 y 9.000 años A.P. el nivel marino habría fluctuado en 35 y 15 metros bajo el nivel actual (Fairbridge, 1961 ; citado en Llagostera, 1977). Hemos detectado en el área de estudio algunos indicadores indirectos sugerentes sobre este problema. Un nivel marino más bajo que el actual, permitiría explicar aquellos asentamientos de punta Purgatorio con predominancia de machas, donde actualmente estas no existen por la ausencia de un intermareal arenoso, asumiendo que una regresión marina habría dejado playas expuestas con un sustrato arenoso adecuado para la existencia de este recurso. Este fenómeno habría facilitado, al mismo tiempo, el transporte eólico de arena para la formación de los campos de dunas entre los cuales se emplazan los sitios.

Por otra parte, si la determinación taxonómica del lobo marino de dos pelos (*Arctocephalus sp.*) encontrado en punta Ñague, es correcta, constituiría un antecedente significativo que vendría a reforzar la hipótesis sobre la existencia de condiciones climáticas más cálidas y semi húmedas, como las sugeridas. No menos significativa es la presencia del Enoplochiton niger en casi todos los asentamientos de la muestra. Sin embargo, este poliplacóforo no ha sido detectado en ningún otro contexto, cronológicamente posterior, ni

tampoco en los muestreos realizados actualmente en el área de estudio, a pesar que su distribución actual se extiende aproximadamente entre los 30 y 20° de latitud sur (Marincovich, 1973). Esta situación podría estar reflejando también, condiciones climáticas distintas a las actuales. Por otra parte, en la secuencia estratigráfica de punta Ñagué se observa una progresiva disminución de este molusco hacia los niveles superiores del depósito cultural, lo que sugiere un ligero cambio biogeográfico producto de estas nuevas condiciones. En este mismo sentido, la predominancia de lobos marinos (*Otaria byronia*) en los contextos arqueológicos de Ñagué, donde actualmente no habitan estos mamíferos, podría ser un síntoma adicional de este cambio biogeográfico en relación a su distribución, aunque también podría deberse a la presión cinegética provocada por la propia cacería.

Tales evidencias deben considerarse con cautela en cuanto a su significación en relación a eventuales cambios ambientales, ya que al proceder estas de contextos culturales, las diferencias o tendencias podrían estar demarcadas por los hábitos dietéticos, alcances tecnológicos y niveles de impacto provocados por las propias sociedades humanas. Sin embargo, los antecedentes son sugerentes para sostener, hipotéticamente, que las condiciones ambientales hacia los 10.000 años A.P. eran más cálidas y semi húmedas de las que observamos en la actualidad.

CONCLUSIONES

Estos primeros resultados de la investigación del arcaico temprano en la comuna de Los Vilos demuestran que, el déficit de información que se tenía acerca del complejo cultural Huentelauquén, se debía esencialmente a la falta de investigaciones orientadas a la búsqueda sistemática de asentamientos y, consecuentemente, de su estudio. No es posible continuar sosteniendo a la fecha el reducido número de asentamientos de este tipo. Por el contrario, éstos parecen ser más frecuentes de lo esperado, permitiendo comenzar a delinear algunas ideas en términos de su distribución espacial y patrón de asentamiento vinculado a la explotación de ambientes costeros, especialmente de sus recursos marítimos.

Tampoco existen bases para seguir sosteniendo la ausencia de depósitos estratigráficos por procesos erosivos, pues su registro demuestra lo contrario, permitiendo fechar los asentamientos y sus componentes culturales en situaciones contextuales claras.

El procesamiento inicial de la información obtenida en la comuna de Los Vilos, permite concluir básicamente que :

1. Estas poblaciones se asientan en el área hacia los 10.000 años A.P. y probablemente perduran hacia los 7.000 años A.P. Esta corresponde a la primera adaptación del arcaico temprano en el área, según se puede inferir de las dataciones radiocarbónicas.
2. Los primeros asentamiento coinciden aproximadamente con los inicios del Holoceno temprano, cuando imperan condiciones ambientales más bien cálidas y semi húmedas, que llevan a suponer niveles marinos más bajos que los actuales, implicando condiciones paleográficas y biotópicas distintas a las actuales.
3. Las poblaciones Huentelauquén en el área se encuentran asentadas, principalmente, en la costa. El patrón de asentamiento es más bien nucleado - disperso, con sitios funcionalmente diferenciados. Predominan aquellos asentamientos orientados a la explotación de recursos marinos.
4. Los asentamientos Huentelauquén en zonas interiores del área de estudio, aunque escasos, sugieren movimientos hacia valles y precordillera, motivados principalmente por la búsqueda de materias primas líticas (obsidiana, sílex y cuarzo), y la eventual caza de camélidos.
5. Los conjuntos artefactuales están representados esencialmente por el instrumental lítico característico de este complejo : litos geométricos, micro - morteros de areniscas y puntas

lanceoladas pedunculadas. Sin embargo, más allá de los «tipos», al viejo estilo de la escuela histórico cultural, estos conjuntos artefactuales incluyen una gran diversidad de otros instrumentos, que son integrados y característicos de esta adaptación, como consecuencia de su necesaria interdependencia en términos de su proceso laboral y uso posterior. Entre éstos se mencionan : raspadores de dorso alto, cepillos y denticulados, entre otros.

6. La tecnología lítica muestra una estrecha relación con actividades de caza de mamíferos marinos, probable arponeo de peces, eventual uso de redes, implementos para la recolección de moluscos, procesamiento de las presas y manufactura de artefactos.
7. La subsistencia se fundamentó, esencialmente, en el aprovechamiento de recursos marinos. La dieta diaria se basó en el consumo de recursos de alta predictibilidad como son los moluscos, compensando el déficit de proteínas y grasas con el consumo de lobos marinos y la captura de peces, lo que hace suponer el desarrollo de estrategias orientadas. Otro recursos de baja predictibilidad pero de alto rendimiento fue la caza ocasional de camélidos y de otras especies menores, que suponen una captura de estrategia oportunista.
8. Estos antecedentes muestran que la costa fue poblada desde comienzos del Holoceno, y jugó un papel relevante en la economía de las primeras adaptaciones arcaicas de la costa Pacífica de Sudamérica.
9. Tales evidencia son coherentes con algunos de los planteamientos elaborados para el complejo Huentelauquén en el Norte Chico y, especialmente, en relación al asentamiento de quebrada Las Conchas en la costa del Norte Grande.

La información recuperada muestra un gran potencial para el estudio del complejo Huentelauquén el cual permitirá aclarar muchas de las hipótesis aquí formuladas. Evidentemente quedan muchos aspectos por solucionar y plantear. En este sentido, los resultados aquí presentados sólo corresponden a un primer acercamiento a la comprensión de las ocupaciones arcaicas temprana del complejo Huentelauquén en el norte semiárido de Chile.

AGRADECIMIENTOS

Comprometen nuestra gratitud los arqueólogos Mauricio Massone, Francisco Mena y Luis Cornejo, por el apoyo y estímulo manifestado en los constantes comentarios y críticas. La arqueóloga Fernanda Falabella tuvo la gentileza de revisar el manuscrito, realizando varios alcances y críticas que contribuyeron significativamente a mejorar la primera versión del escrito. Así mismo, deseamos otorgar un reconocimiento especial a los distintos investigadores que han participado en este estudio y cuyos análisis han sido fundamentales para la interpretación del arcaico temprano en la zona de Los Vilos : Loreto Vargas, Douglas Jackson, Antonio Maldonado y Alvaro Román. Finalmente, nuestros sinceros agradecimientos a quienes colaboraron en los trabajos de campo y laboratorio : Bernardita Ladrón de Guevara (Centro Nacional de Conservación y Restauración) e Ismael Martínez (Estudiante egresado de Conservación de la Pontificia Universidad Católica de Chile), en labores de conservación, y a los alumnos de arqueología Claudia Prado, Flavia Morello, Andrés Troncoso, Daniel Pavlovic, Francisco Castex, Gabriel Cantarutti, Lino Contreras, Carolina Belmar, Luciana Quiroz, Gabriela Urízar, Verónica Reyes, Mónica Barrera y Patricio Galarce (Departamento de Antropología de la Universidad de Chile), por su indispensable y motivadora colaboración.

Esta investigación fue posible gracias a los fondos otorgados por el Consejo Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT), a través del proyecto FONDECYT N° 1950372.

REFERENCIAS

AMPUERO,G. 1969. Cárcamo: un taller precerámico en la provincia de Coquimbo. Boletín del Museo Arqueológico de La Serena, La Serena, 13 : 52 - 57.

BAHAMONDEZ,R. 1969. Contextos y secuencias culturales de la costa Central de Chile. Actas del V Congreso Nacional de Arqueología Chilena, Santiago pp. 257 - 275.

BÖRGEL,R. 1963. Las dunas litorales en Chile. Instituto de Geografía, Sección Geomorfología Aplicada, Publicación N°3, Universidad de Chile, Santiago, pp. 5 - 38.

CASTILLO,G. Y A. RODRÍGUEZ. 1978. Excavaciones preliminares en el sitio «La Fundición»: una industria tipo Cárcamo. Boletín del Museo Arqueológico de La Serena, La Serena, 16:125-144.

CASTILLO,G. 1990. Desarrollo Prehispánico en la hoya hidrográfica del río Choapa. Manuscrito no publicado, 153 pag.

CECCIONI,G. & G.WESTERMANN. 1968. The triassic-Jurassic Hnaine transmition of coastal Central Chile. Pacific Geologic, Tokyo, 1968, 1: 41 - 71.

FUENZALIDA,P. 1965. Clima. Geografía Económica de Chile. (texto refundido), CORFO, Santiago, pp. 98 - 152.

FUENZALIDA,V. 1965. Biogeografía. Geografía Económica de Chile. (texto refundido), CORFO, Santiago, pp. 228 - 267.

GAJARDO,R. 1963. Investigaciones arqueológicas en la desembocadura del río Choapa. La cultura Huentelauquén. Anales de Arqueología y etnología, Universidad Nacional de Cuyo, XVII-XVIII: 7-70.

GAMBIER,M. 1985. La cultura de Los Morrillos. Instituto de Investigaciones Arqueológicas y Museos, San Juan, 231 Pag.

GAMBIER,M. 1986. Los grupos cazadores - recolectores del extremo sudeste de los Andes Meridionales. Revista Chungara, Arica, 17: 119 - 124.

IRIBARREN,J. 1961. La cultura de Huentelauquén y sus correlaciones. Contribuciones Arqueológicas del Museo Arqueológico de La Sere, La Serena, 1: N° 1: 5 - 18.

JACKSON,D. 1993. Datación radiocarbónica para una adaptación costera del arcaico temprano en el Norte Chico, comuna de Los Vilos. Boletín de la Sociedad Chilena de Arqueología, Santiago 16:28 - 31.

JACKSON,D. & SEGUEL. 1994. Patrones de asentamientos, subsistencia y cambios secuenciales en las ocupaciones prehispánicas de la comuna de Los Vilos, provincia de Choapa. Informe Proyecto FONDECYT N° 1950372, Santiago, 32 Pag.

JACKSON,D., R.SEGUEL, P.BAÉZ & X.PRIETO. 1995. Paleoambiente, subsistencia y variabilidad cultural de los cazadores - recolectores del arcaico temprano, comuna de Los Vilos, provincia de Choapa. Boletín de la Sociedad Chilena de Arqueología, Santiago, 20: 8.

LATCHAM, R. 1910. Los Changos. Anales de la Universidad de Chile, Santiago, 126:377-439.

LLAGOSTERA,A. 1977. Ocupación humana en la costa norte de Chile asociada a peces local - extintos y a litos geométricos; 9.680 +/- 160 A.P. Actas del VII Congreso de Arqueología de Chile, Santiago, I:93-113.

LLAGOSTERA,A. 1979. Tres dimensiones en la conquista prehistórica del mar, un aporte para el estudio de las formaciones pescadoras de la costa sur andina. Actas del VIII Congreso de Arqueología Chilena, Santiago, pp. 127-245.

MARINCOVICH,L. 1973. Intertidal mollusks of Iquique, Chile. Science Bulletin Natural History Museum, Los Angeles County, 16: 1 - 49.

NÚÑEZ,L. 1983. Paleoindio y arcaico en Chile; diversidad, secuencia y procesos. Serie Monografías, Escuela Nacional de Antropología e Historia de México, México D.F., 205 Pag.

NÚÑEZ,L., J.VARELA & R.CASAMIQUELA. 1983. Ocupación Paleoindia en Quereo: reconstrucción multidisciplinaria en el territorio semi-árido de Chile, IV región. Universidad del Norte, Antofagasta, 131 Pag.

NÚÑEZ,L., J.VARELA, R.CASAMIQUELLA & C.VILLAGRÁN.1994. Reconstrucción multidisciplinaria de la ocupación prehistórica de Quereo, Centro de Chile. Latin American Antiquity Vol 5, 2:99-118.

PASKOFF,R. 1993. Geomorfología de Chile semiárido. Universidad de La Serena, Facultad de Humanidades, La Serena, 321 Pag.

PELEGRIN,J. & C.CHAUCHAT. 1993. Tecnología y función de las puntas de Paiján: el aporte de la experimentación. Latin American Antiquity Vol. 4, 4:367 - 382.

ROMERO, H. 1985. Geografía de los climas, Geografía de Chile. Tomo XI, Instituto Geográfico Militar, Santiago, 243 Pag.

ROVIRA, A. 1984. Geografía de los suelos, Geografía de Chile. Tomo V, Instituto Geográfico Militar, Santiago, 180 Pag.

SOLERVICENS,J. & M.ELGUETA. 1994. Insectos de follaje de bosques pantanosos del Norte Chico, Centro y Sur de Chile. Revista Chilena de Entomología, Santiago, 21: 135 - 164.

TOLEDO,X. & E.ZAPATER. 1991. Geografía general y regional de Chile. Editorial Universitaria, Santiago, 443 Pag.

VALDIVIESO,G. 1985. Prospección arqueológica del curso medio y superior del valle del río Choapa, provincia de Choapa, IV región. Informe práctica profesional, manuscrito no publicado, Departamento de Antropología, Universidad de Chile, Santiago, 158 Pag.

VARELA,J. 1979. Geología del Cuaternario de la región de la Quebrada Quereo, Los Vilos, provincia de Choapa, IV Región. Actas del II Congreso Geológico Chileno, Tomo 3, Santiago, pp. 141 - 159.

VARELA,J. 1981. Geología del Cuaternario del área de Los Vilos - Ensenada El Negro (IV región) y su relación con la existencia del Bosque «relicto» de quebrada Quereo. Comunicaciones, Universidad de Chile, Santiago, 33: 17 - 30.

VARELA,J. 1983. Evolución paleogeográfica de la zona comprendida entre Los Vilos y Quebrada El Negro (Provincia de Choapa) durante el Cuaternario Superior. Terra Aridae Universidad de Chile, La Serena, 2: 285 - 298.

VEIT,H. 1991. Jungquartäre Relief-und Bodenentwicklung in der Hochkordillere im Einzugsgebiet des río Elqui, Nord Chile, 30°. Bamberger Geographische Schrifften, Bd., Bamberg, 11: 81 - 97.

WEISNER,R. 1969. Un conchal precerámico en la bahía El Teniente y sus correlaciones con la cultura Huentelauquén. Actas del V Congreso Nacional de Arqueología, Santiago, pp. 221 - 255.

EFECTO DE LAS CORRIENTES SOBRE LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE MICROALGAS EN UNA LAGUNA DE ESTABILIZACIÓN DE AGUAS SERVIDAS (CASABLANCA. CHILE)[1]

PATRICIO DOMÍNGUEZ [2] MARITZA CALDERÓN [3] & VERÓNICA POZO [3]

ABSTRACT

The objective of this paper is to estimate the effect of water movements on horizontal distribution of microalgal in a waste water stabilization pond. The specific goals are: 1. To estimate superficial current system and vertical movement magnitudes induced by wind speed and 2. To stablish the horizontal distribution pattern of microalgal in relation to superficial current. Its concluded that: 1. a principal clockwise gyre is developed in the epilimnetic zone and 2. the distribution of microalgal is not related to superficial current system

Key Words: Waste water, microalgal, distribution, water movements.

INTRODUCCION

Una laguna facultativa es una unidad de tratamiento constituida por un estrato superior aeróbico (en donde ocurre el proceso de fotosíntesis y se desarrollan bacterias aeróbicas), un estrato inferior anaeróbico (en la que los sólidos acumulados son activamente descompuestos por las bacterias anaeróbicas) y una zona intermedia aeróbica o anaeróbica debido condiciones biológicas (fotosíntesis) y/o ambientales (aireación mecánica por vientos), en donde la degradación de la materia orgánica es llevada a cabo por bacterias facultativas.

La experiencia chilena acerca del funcionamiento de estas lagunas no ha sido del todo satisfactoria en lo referente a degradación orgánica y a depuración microbiológica (Yanez, 1984; Gallardo, 1989; Galindo et al., 1989). Así, en el ámbito de la ingeniería se ha realizado una serie de trabajos tendientes a optimizar la eficiencia de estas lagunas, pero sin éxito (Sánchez y Vargas, 1972; Pieber *et al.*, 1981; Espina et *al.*, 1981; Galindo et al., 1981; Unda *et al.*, 1984; Ramírez *et al.*, 1985; Villarroel *et al.*, 1985; Perretta y Cabrera, 1987; Gallardo, 1989; Castillo *et al.*, 1989, Olguín, 1990; Galindo y Núñez, 1991).

En el área biológica, prácticamente no existen trabajos y sólo destacan aquellos realizados en las lagunas de Melipilla (Castillo et al., 1989) y de Casablanca (Domínguez *et al.*, 1994a,b; Campos, 1993). Estos autores indican que en el decaimiento microbiológico inciden los niveles de irradiancia y la variación de pH; esto último, tiene su origen en la actividad fotosintética de las microalgas que al consumir carbono, afectan el equilibrio del sistema CO_2- carbonato-bicarbonato (Domínguez *et al.*, 1994a).

Domínguez et al. (1994a, b) indican que el decaimiento de coliformes fecales en la laguna 2 de la Planta de Tratamiento de Casablanca ocurre durante las horas de luz, siempre que exista una irradiancia superior a 200 mEs/m^2seg (fotosaturación) y una cantidad mínima de algas capaz de generar el cambio de pH. El máximo pH registrado fue de 8.5, sin embargo a pesar de que los niveles de coliformes fecales disminuyen, no se alcanza un nivel microbiológico aceptable. Por otra parte, Campos (1993) incubó (en laboratorio y bajo una gradiente de irradiancia) muestras procedentes de las lagunas de Casablanca y concluyó que se requiere de un pH de 9.15 para que ocurra un decaimien-

[1] Proyecto DIGI-UPLACED

[2] Laboratorio de Ecología. Universidad Católica de Valparaíso. Fax (32)212746

[3] Laboratorio de Hidrobiología. Facultad de Ciencias. Universidad de Playa Ancha. Fax (32)286713

to importante de coliformes (de 10^8 a 10^4 NMP/ 100 ml).

Estas diferencias de valores indican que los procesos en terreno se expresan de manera diferente y esto puede deberse a factores modificadores, entre los cuales hay que considerar a) los movimientos de agua inducidos por la acción del viento y b) la distribución espacial de las microalgas como consecuencia de la advección de ellas derivada de estos movimientos.

a) Acción del viento: El viento, al incidir sobre un cuerpo de agua, genera un espectro de perturbaciones que contribuyen a la mezcla (Okubo, 1978; Webster, 1990), siendo los principales la difusión turbulenta (proceso que permite un intercambio espacial sin implicar un transporte neto de agua) y la advección (proceso asociado a corrientes a través del cual se produce un transporte neto de la masa de agua).

Cuando existe estraficación térmica, la termoclina restringe la dinámica de las aguas al estrato epilimnético. La ruptura de esta barrera ocurre cuando el viento tiene la fuerza y duración suficiente para vencer esta resistencia térmica; este fenómeno favorece la mezcla de agua a través de la columna con la consecuente incorporación de oxígeno disuelto hacia los estratos profundos, oxidación de los sedimentos y transporte de nutrientes entre superficie y fondo.

b) Distribución de microalgas: Los movimientos de la masa de agua inducidos por el viento (corrientes y turbulencia) pueden transportar total o parcialmente las distintas poblaciones fitoplanctónicas, de manera que la actividad fotosintética podría ser intensa en algunos sectores de la laguna más que en otros.

Desde un punto de vista teórico, el funcionamiento óptimo de una laguna dependería de la capacidad del viento para romper la termoclina (con incidencia en los procesos de mineralización) y del nivel de actividad fotosintética de las microalgas que inducirían variaciones de pH (con consecuencia en el nivel de decaimiento de coliformes fecales). Así, como las microalgas son las que inducen las principales variaciones de pH, el grado de agregación que pudiesen experimentar como consecuencia de los procesos de advección, podrían originar heterogeneidades espaciales que podrían restringir el área operativa de la laguna.

El presente trabajo tiene como objetivo general estimar el efecto que tienen los movimientos de agua sobre la distribución horizontal de las microalgas en la laguna de estabilización N° 1 de Casablanca

Los objetivos específicos son:

1. Estimar el sistema de corrientes superficiales y la magnitud de los movimientos verticales inducidos por el viento dominante.

2. Establecer el patrón de distribución horizontal de las microalgas en función de la corriente superficial,

MATERIALES Y METODOS

El trabajo fue realizado en la laguna 1 de la Planta de Tratamiento de aguas servidas de Casablanca (33° 15' S; 71° 30'W) que tiene un volumen máximo de 19.000 m^3, una superficie de 1 há y una profundidad de operación de 1.5 m (Galindo et al., 1989).

DISEÑO EXPERIMENTAL.

Debido a la dificultad de medir simultáneamente el sistema de corrientes y la distribución de microalgas se procedió primeramente a caracterizar el campo de corrientes superficiales que se induce en la laguna como consecuencia del viento dominante. Una vez establecidas las características de las causales de estos movimientos de agua se procedió a inferir el modelo de circulación de agua en los días en que se hizo el muestreo de microalgas.

1. Sistema de corrientes superficiales y magnitud de movimientos verticales inducidos por el viento dominante.

1.1. Sistema de corrientes superficiales. Para estimar el campo de corrientes superficiales inducido por el viento se realizó 10 salidas a terreno bajo condiciones anticiclónicas entre marzo y noviembre de 1993; se utilizó

derivadores del tipo cruceta (Villagrán y Domínguez, 1989). Para evitar que el sensor del instrumento se ubique en la termoclina se utilizó derivadores de dos tamaños: a) Derivadores de cuatro aspas de latón de 100 m x 0.50 m con flotador esférico de aislapol de 0.20 m de diámetro, cuando la laguna no presentó estratificación térmica (relación área emergida: área sumergida: 1: 11), sumergiendo la parte media del sensor a 0.4 m y b) Derivadores de cuatro aspas de 0.15 x 0.80 m con flotador esférico de 0.16 m de diámetro, cuando la termoclina se presentó bajo los 0.30 m (relación area emergida: área sumergida: 1:18), ubicándose la parte media del sensor a 0,2 m de profundidad. En cada oportunidad se utilizó simultáneamente un total de seis derivadores .

La posición de los derivadores se determinó por el método de triangulación según la metodología indicada por Domínguez y Casanova (1989). Las mediciones se realizaron a intervalos de 10 a 20 minutos, dependiendo de la velocidad del viento; durante este período se midió dirección y velocidad del viento con una veleta y un anemómetro portátil que se ubicaron a 1.5 m sobre el nivel del agua. Las velocidades de viento y de corriente fueron expresadas en m/min y las direcciones en grados sexagesimales.

La velocidad de la corriente superficial se midió en una estación localizada en la zona donde la corriente se hace paralela al viento (costado izquierdo de la laguna), en la parte media de la corriente. La distancia recorrida por el derivador en un tiempo determinado se midió sobre un hilo de poliamida muy fino, marcado cada 1 m que fue atado al derivador (George y Heaney, 1978; Viner y Smith, 1973; Domínguez y Casanova, 1989); durante este lapso, se midió la velocidad del viento. Estas mediciones permitieron estimar el factor viento (K), definido como el cociente entre la velocidad de la corriente superficial y la velocidad del viento que la induce (Haynes y Bryson 1961).

1.2. Movimientos verticales inducidos por el viento (mezcla de la columna de agua). Para hacer estas estimaciones se hizo 8 salidas a terreno entre los días comprendido desde el 16.02.94 hasta el 04.03.94 los que para efecto del trabajo se numerarán del 1 al 8.

1.2.1. Distribución espacial de temperatura y de oxígeno. La laguna se dividió en 9 cuadrantes; en cada uno de ellos se muestreó de superficie a fondo, registrándose los valores de temperatura y oxígeno disuelto cada 0.2 m (8 estratos). El muestreo se realizó tres veces al día: en la mañana, antes de las 10 horas, con el objeto de registrar los perfiles previos a la acción del viento y con una actividad fotosintética mínima; al mediodía cuando la irradiancia es máxima, y por la tarde, después de las 17 horas luego que el viento ha ejercido su acción. Ambos parámetros fueron medidos con un oxímetro WTW OXI 96 (sensor EOT 196).

1.2.2. Estimación de la magnitud de los movimientos turbulentos generados por la acción del viento. Para estimar la magnitud de la turbulencia se escogió la estación ubicada en el centro de la laguna.

1.2.2.1. La estabilidad térmica de la columna de agua se estimó a mediante la frecuencia de Brunt - Väisälä (N^2) según indica Reynolds *et al.*, 1986:

$$N^2 = \frac{g}{\rho}\left(\frac{d\rho}{dz}\right)$$

donde: g = aceleración de la gravedad, ρ = densidad del agua y $d\rho/dz$ = gradiente de densidad de la columna de agua.

1.2.2.2. La velocidad mínima de vientos (U) necesaria para mezclar una columna de agua se estimó según la siguiente ecuación (Demers et al., 1987):

$$U = \left(\frac{\rho_w 10^{-2}}{\rho_a \; C_p \; K}\right)^{1/3} H N$$

donde: ρ_a y ρ_w (kg/m^3): densidad del aire y del agua respectivamente; C_p: coeficiente de arrastre del viento sobre el agua ($1.3 * 10^{-3}$); K: factor viento (%); H: profundidad de la columna de agua (m) y N = Frecuencia de Brunt-Väisälä.

2. Patrón de distribución horizontal de las microalgas en función de la corriente superficial.

2.1. Distribución horizontal de fitoplancton. Sobre la misma grilla señalada en el punto 1.2.1. y en forma simultánea con las mediciones de temperatura, oxígeno y pH, se realizó el muestreo de microalgas. Como el universo de estudio corresponde al estrato afectado por el viento, en cada uno de los cuadrantes se tomó una muestra integrada de fitoplancton de 0.2 a 0.0 m la cual fue fijada en lugol. El procedimiento, al igual que en caso ya señalado, se repitió tres veces al día durante los días 2 a 7. Previo al recuento de microalgas la determinación taxonómica se hizo bajo microscopio fotónico y con microalgas vivas, material que posteriormente fue fijado con lugol y analizado nuevamente con el objeto de detectar las formas que adoptan las diferentes especies una vez fijadas; este procedimiento permite disminuir los errores en el recuento. Las muestras se contabilizaron en cámaras del tipo Sedgwick-Rafter bajo microscopio fotónico con contraste de fase y con un aumento X40. Para el recuento se utilizó este tipo de cámaras debido a que la abundancia de microalgas en las muestras fue siempre superior al nivel de sensibilidad de este instrumento. Los resultados se expresaron en células/l.

Para estimar el grado de agrupamiento de las microalgas se utilizó el índice de agregación ($x^*/\bar{x}$) de Lloyd (George y Edwards, 1976; Ludwig y Reynolds, 1988):

$$x^* = \bar{x} + \frac{s^2}{x} - 1$$

en donde x^*= grado de contagio promedio, $\bar{x}$= promedio y s= desviación estándar

Si ($x^*/\bar{x}$) = 1 la distribución es al azar; si ($x^*/\bar{x}$) < 1 es uniforme y si ($x^*/\bar{x}$) > 1 es de tipo contagiosa. La ventaja de este índice es que facilita la comparación de muestras con altas y bajas densidades poblacionales y es relativamente independiente del promedio.

RESULTADOS

1. Sistema de corrientes superficiales y nivel de movimientos verticales inducidos por el viento dominante.

1.1. Estimación del sistema de corrientes superficiales. La Fig. 1 permite apreciar las trayectorias seguidas por los derivadores y sus respectivos diagramas de vectores progresivos de viento para los días que se indican; a fin de evitar que las trayectorias se entrecrucen, la información se entrega por separado para facilitar la visualización del fenómeno. En esta figura se puede apreciar un gran giro hacia la derecha que compromete gran parte de la superficie de la laguna y un contragiro pequeño, a veces poco definido, que se desarrolla hacia el sector este.

La Fig. 2 presenta la relación existente entre la velocidad del viento y de la corriente en donde se puede establecer:

* Condición de calma: Se caracteriza por presentar velocidades de viento entre 0 y 135 m/min que no inducen corrientes. De esto se deduce ausencia de corrientes residuales o inducidas por factores ajenos al viento.

* Condición de viento suave: Velocidades de viento entre 135 y 270 m/min inducen corrientes que se relacionan directamente con la velocidad del viento ($P < 0.01$). En este rango de velocidades es posible establecer un factor viento de 0.1%.

* Condición de viento fuerte: Se caracteriza porque con velocidades de vientos superiores a los 270 m/min se pierde la linearidad, al superarse la velocidad crítica (paso de régimen laminar a turbulento).

1.2. Movimientos verticales inducidos por el viento (mezcla de la columna de agua).

1.2.1. Caracterización del régimen de vientos. Los registros de viento permiten apreciar calma o vientos suaves de dirección variable durante la mañana; alrededor de las 13 h, la velocidad del viento se incrementa con una dirección SW predominante. Los días 1 y 5 se

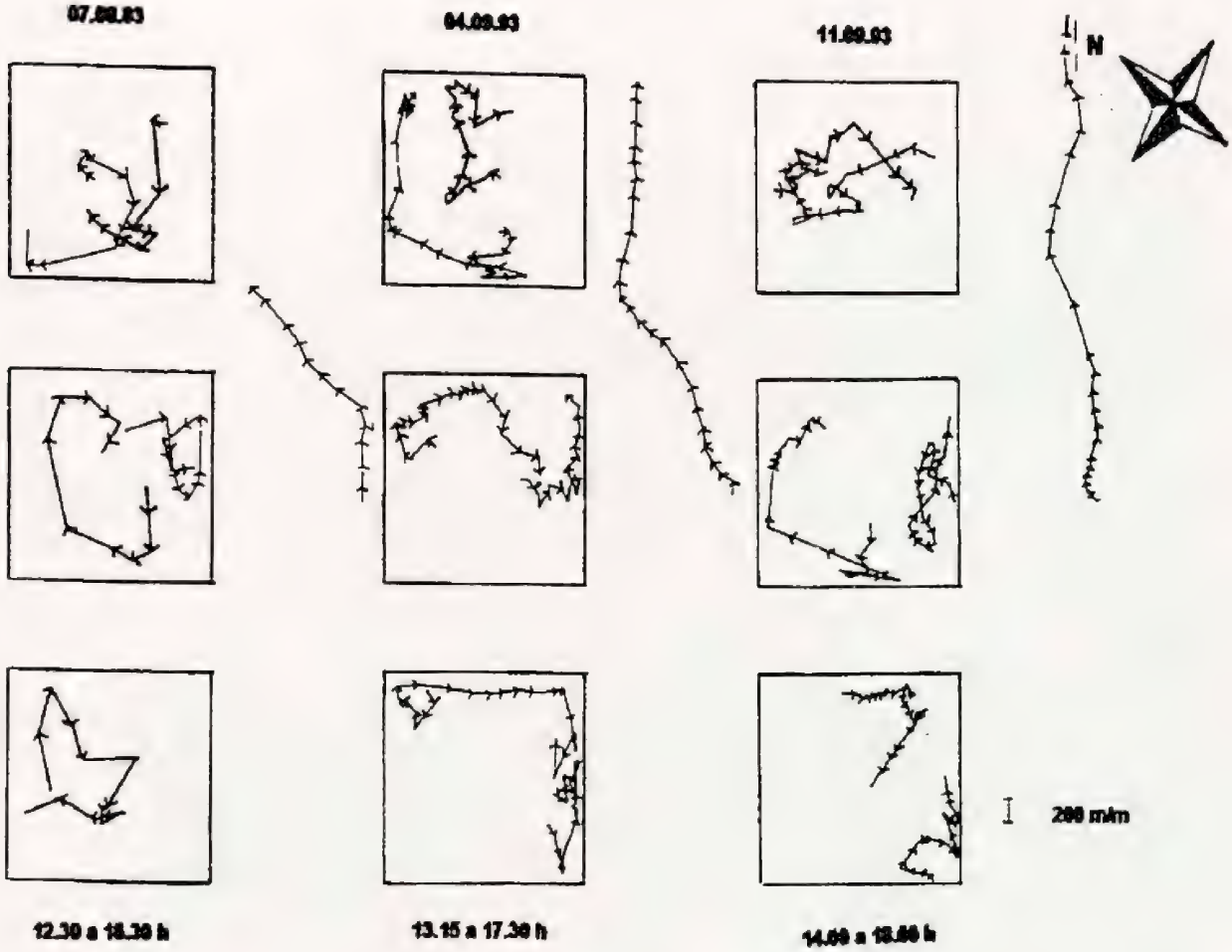


Fig. 1: Trayectoria de los derivadores en la Laguna I de Casablanca y sus respectivos diagramas progresivos de viento.

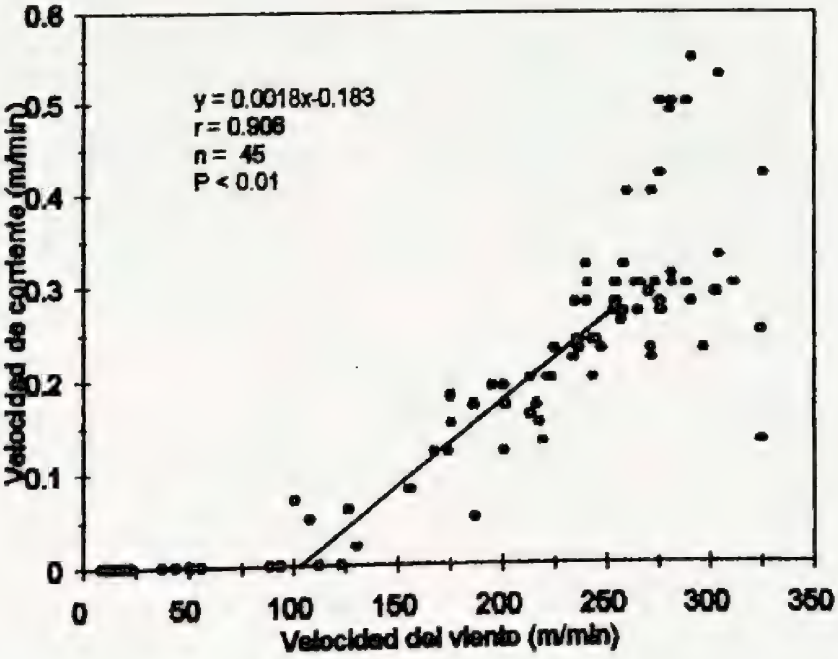


Fig. 2: Relación entre la velocidad del viento y de la corriente en la Laguna I de Casablanca.

alejan de este esquema ya que durante el día 1 se registró viento fuerte por la tarde, mientras que para el día 5 fueron suaves y de dirección norte (Tabla 1).

1.2.2. Efecto del viento sobre la distribución espacial de temperatura y de oxígeno disuelto. La Fig. 3 muestra la distribución espacial de temperatura y de oxígeno para cuatro de los ocho días estudiados (días 1, 3, 5 y 6) los cuales son representativos de la gama de situaciones registradas durante el período estudiado; en cada día se presenta los vectores progresivos de velocidad de viento.

El régimen térmico se caracteriza por una homogeneidad matinal; hacia el mediodía se establece una termoclina que se localiza generalmente alrededor de los 0.5 m y que permanece hasta el atardecer (días 3 y 6). Durante los días nublados (día 5) o en días despejados con vientos fuertes matinales (día 1) no se presenta estratificación térmica.

TABLA 1 Velocidad media matinal (V.V.M.) y de la tarde (V.M.T.), dirección media diaria (D:M:V.) del viento (m/min) y condición climática para los días que se indican.

Día	Fecha	V.M.M. m/min	V.M.T. m/min	D.M.V. grados	Condición climática
1	16.02.94	239	343	231	Despejado
2	18.02.94	132	214	255	Parcial a despejado
3	21.02.94	145	221	214	Parcial a despejado
4	23.02.94	100	199	240	Nublado a parcial
5	25.02.94	84	105	56	Nublado
6	28.02.94	69	273	216	Parcial a despejado
7	02.03.94	109	217	161	Despejado
8	04.03.94	57	285	205	Parcial a despejado

El patrón de distribución de oxígeno disuelto es similar al de temperatura estableciéndose un epilimnio aeróbico y un hipolimnio anaeróbico. La carencia de oxígeno en los estratos inferiores del epilimnio pone de manifiesto la alta carga orgánica que recibe la laguna.

En el plano horizontal se observó una gradiente creciente de oeste a este, tanto de temperatura como de oxígeno disuelto, que se va gestando en relación con el incremento de la velocidad del viento. Por la tarde, el plano de la termoclina y de la oxiclina presenta una inclinación hacia el sector sotavento de la laguna y en dirección W a E (*seiche*), donde se registran los mayores niveles de temperatura y de oxígeno disuelto (Fig. 3, días 3 y 6). Este hecho permite establecer que, además de los giros indicados anteriormente (Fig. 1), se establece una componente paralela al viento que acumula agua hacia el sector sotavento.

1.2.3. Evaluación de la escala espacial de la turbulencia generada por efecto del viento. Para estimar, desde un punto de vista teórico, si la velocidad del viento sería suficiente para mezclar completamente la columna de agua es necesario conocer la velocidad mínima del viento para que los *eddies* turbulentos se extiendan a toda la columna de agua. Para desarrollar esta

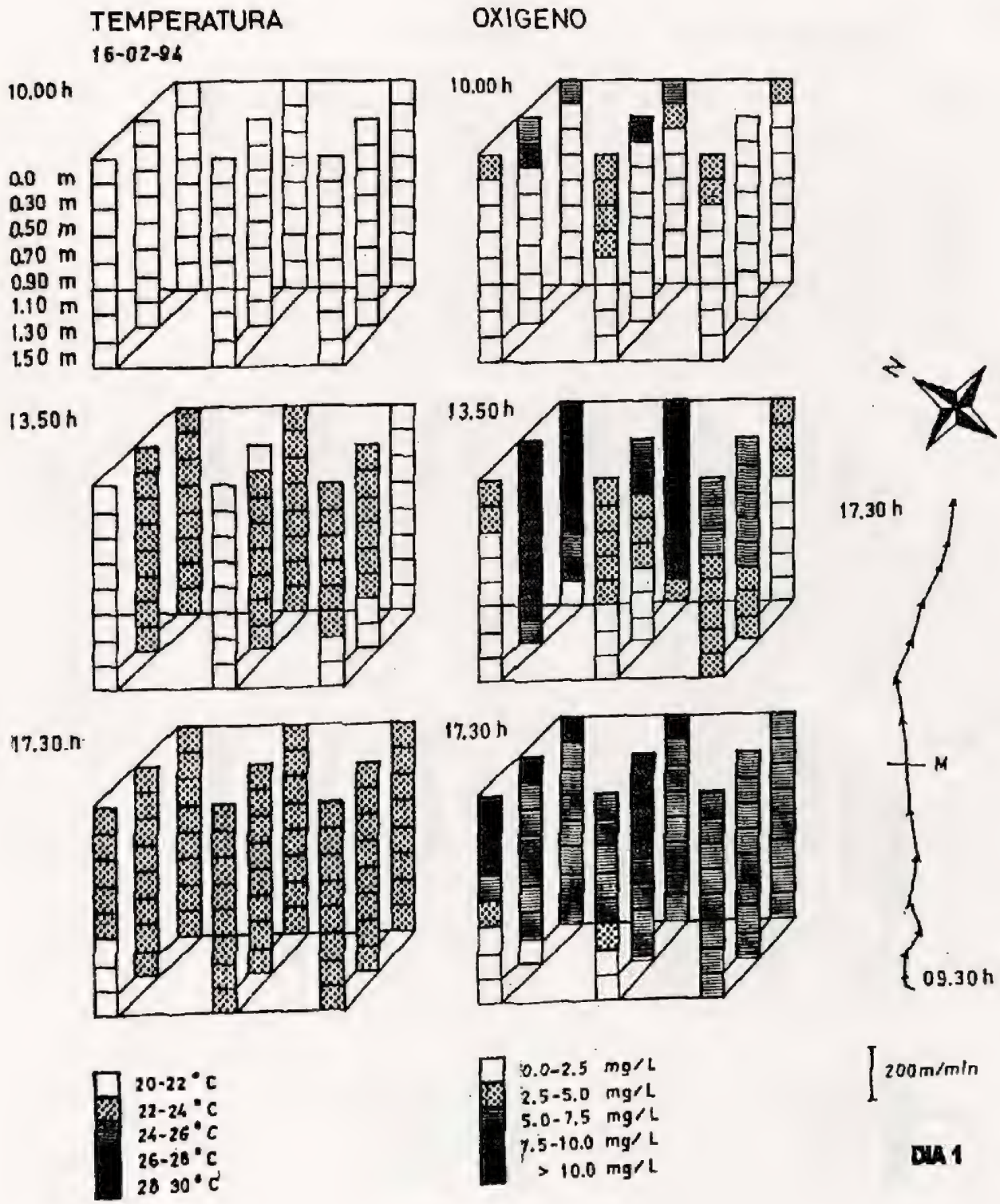
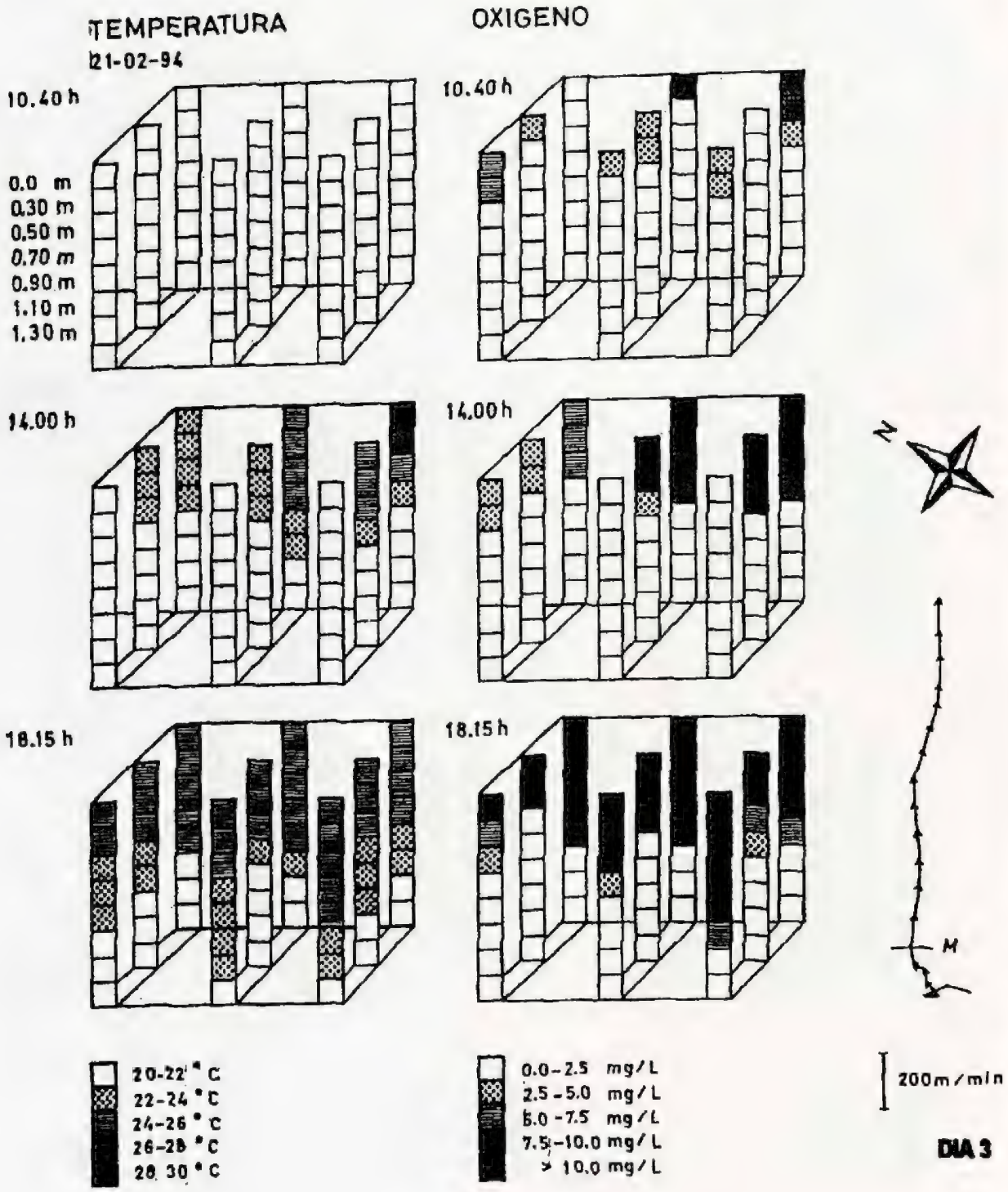
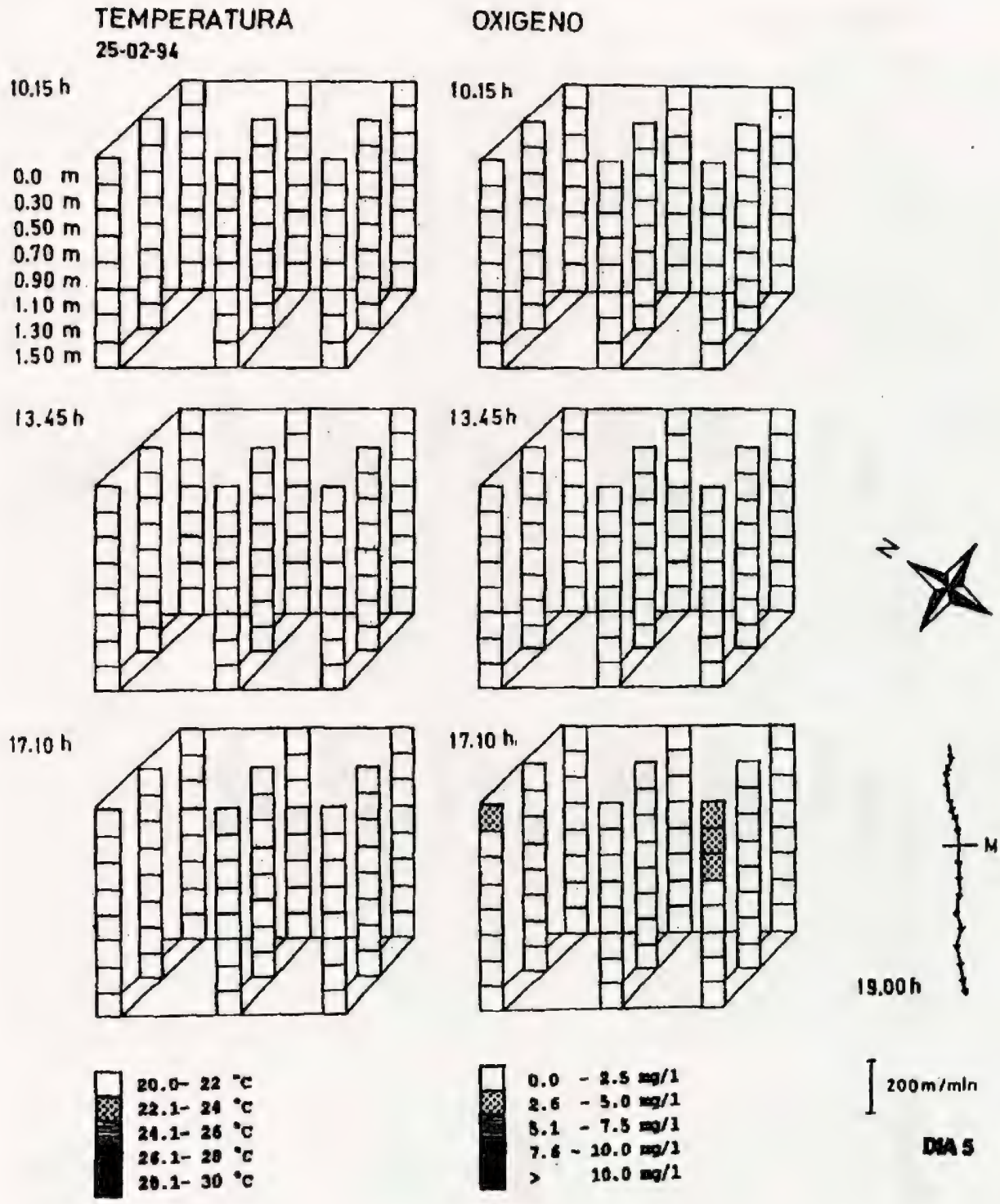
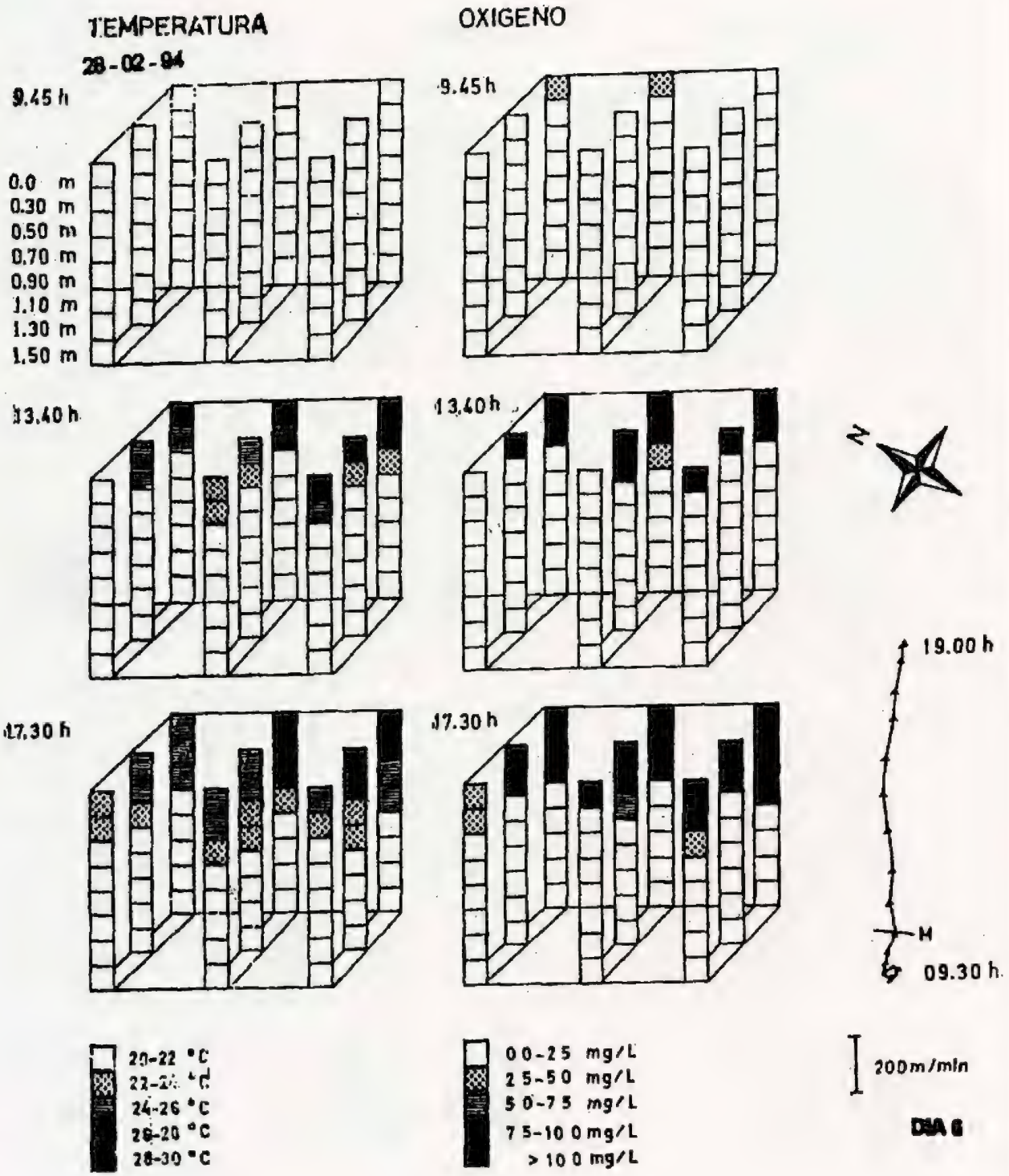


Fig. 3: Distribución espacial de temperatura y de oxigeno disuelto y vectores progresivos de viento para los días que se indican, M=mediodía.


TEMPERATURA
21-02-94
OXIGENO
10.40 h
10.40 h
0.0 m
0.30 m
0.50 m
0.70 m
0.90 m
1.10 m
1.30 m
14.00 h
14.00 h
18.15 h
18.15 h
N
M
20-22 °C
22-24 °C
24-26 °C
26-28 °C
28-30 °C
0.0-2.5 mg/L
2.5-5.0 mg/L
5.0-7.5 mg/L
7.5-10.0 mg/L
> 10.0 mg/L
200m/min
DIA 3


TEMPERATURA
25-02-94
OXIGENO
10.15 h
10.15 h
0.0 m
0.30 m
0.50 m
0.70 m
0.90 m
1.10 m
1.30 m
1.50 m
13.45 h
13.45h
17.10 h
17.10 h
N
M
19.00 h
20.0- 22 °C
22.1- 24 °C
24.1- 26 °C
26.1- 28 °C
28.1- 30 °C
0.0 - 2.5 mg/l
2.6 - 5.0 mg/l
5.1 - 7.5 mg/l
7.6 - 10.0 mg/l
> 10.0 mg/l
200m/min
DIA 5


TEMPERATURA
OXIGENO
28-02-94
9.45 h
0.0 m
0.30 m
0.50 m
0.70 m
0.90 m
1.10 m
1.30 m
1.50 m
13.40 h
17.30 h
N
19.00 h
M
09.30 h
20-22 °C
24-26 °C
28-30 °C
0.0-2.5 mg/L
2.5-5.0 mg/L
5.0-7.5 mg/L
7.5-10.0 mg/L
> 10.0 mg/L
200m/min
DSA 6

idea se seleccionó los perfiles térmicos del mediodía, por ser las horas en las cuales se logra el máximo calentamiento de la masa de agua, y se eligió la estación central por corresponder al punto con menores efectos de borde.

TABLA 2 Estabilidad de la columna de agua (N^2) matinal y de mediodía y velocidad mínima de viento teórica (U) necesaria para mezclar la columna de agua (0.0 a 1.4 m) en la laguna 1 de estabilización de Casablanca.

Día	N^2x 10^{-6} mañana	U (m/min)	N^2x 10^{-6} mediodía	U (m/min)
1	1058	250	966	239
2	1479	*	6347	613
3	454	164	4524	517
4	0	0	2068	350
5	0	0	0	0
6	0	0	7490	666
7	4035	*	7885	683
8	454	*	8560	710

(*) Valores fuera de los rangos de predicción del factor viento (velocidad de viento < 135 m/min).

La Tabla 2 presenta la evolución diaria de los valores de N^2 (índice de Brunt- Väisälä) para la mañana y el mediodía, así como los valores teóricos de viento mínimo (U) necesario para mezclar completamente la columna de agua (1.4 m). Si esta información se contrasta con los vientos reales (Tabla 1) se puede deducir que los vientos requeridos para romper la termoclina deberían tener una velocidad muy superior a la que habitualmente se registra en la zona.

Así, si se considera la estabilidad térmica del mediodía y el viento medio matinal sería posible predecir la velocidad de viento requerida para evitar la estratificación térmica de la laguna. La Fig. 4 presenta la recta de regresión entre ambas variables, excluyéndose del análisis los días 4 y 5 por corresponder a días nublados. De la figura se desprende que se requiere de una velocidad crítica de al menos 270 m/min. Además, hay que tener presente que una vez establecida la estratificación, la velocidad de los vientos de la tarde que se requiere para romper la estratificación sería aún mayor, por lo tanto la dinámica de los giros sólo compromete a la zona epilimnética.

2. Patrón de distribución horizontal de las microalgas en función de la corriente superficial.

2.1. Caracterización del sistema de corrientes. Basado en la información climática presentada en la Tabla 1, el régimen de vientos generaría un patrón de circulación del tipo giro al cual se superpone una componente en la dirección del viento durante todos los días debido a que la magnitud de los vientos no superó la velocidad crítica (270 m/min). Este giro sería efectivo a partir del mediodía, ya que

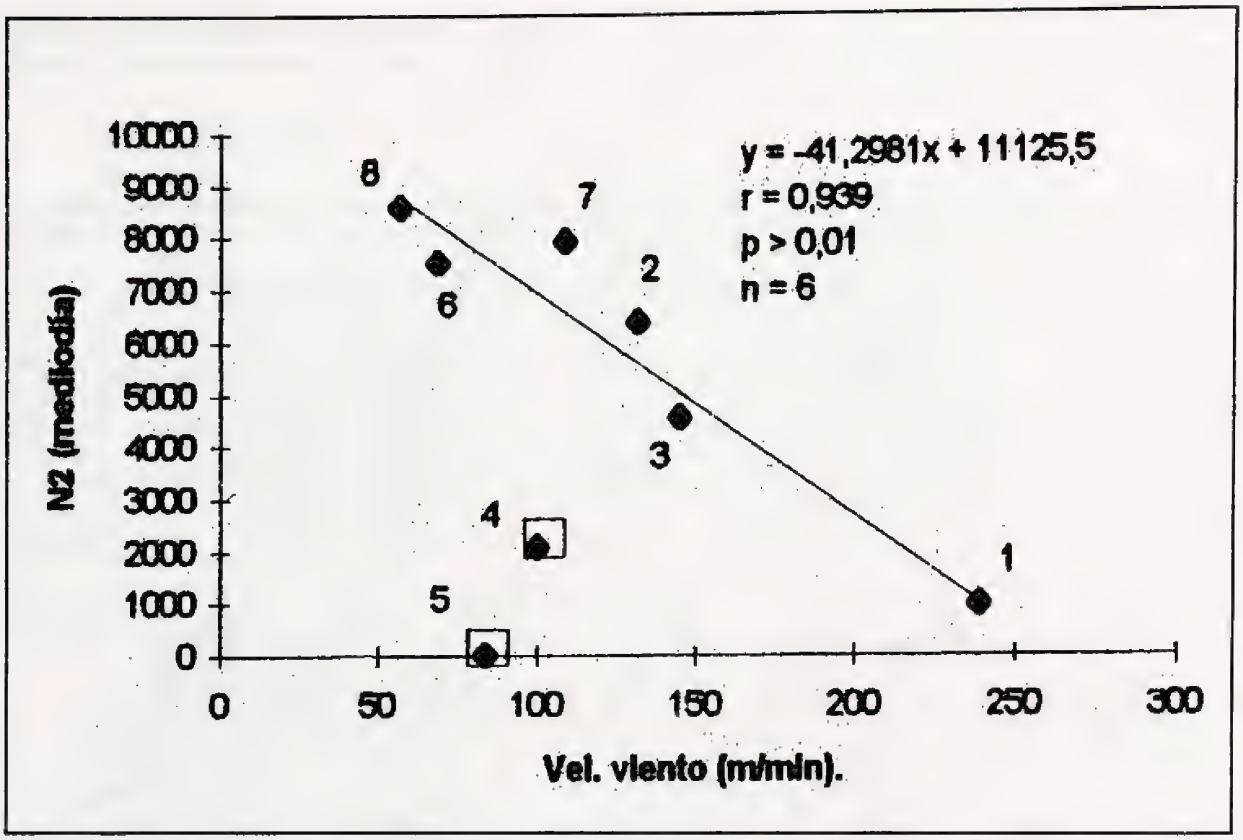


Fig. 4: Estabilidad de la columna al mediodía (N2) v/s velocidad media del viento matinal. Cada punto corresponde a un día de observación.

el viento matinal no superó los 135 m/min; exceptúa a esta generalidad el día 1 que es la única situación en que se presentó viento fuerte, sin embargo hay que tener presente que durante este día y el día 8 no se hizo muestreo de microalgas. Además debido a la condición climática, la laguna se encuentra estratificada durante el día (Tabla 2), lo que implicaría que el giro se desarrollaría básicamente en la zona más superficial de la laguna (hasta 0.5 m).

2.2. Composición microalgal. Las especies registradas fueron la cianofícea **Microcystis** sp. (88.8%) y las clorofíceas **Chlorococcum** sp. (11.1%), **Chlamydomonas** sp. y **Chlorogonium** sp. (en conjunto no superan el 0.015%). Estas microalgas son de tamaño pequeño (entre 0.5 y 50 µm) y tienen un alto nivel de flotabilidad.

2.3. Movimiento vertical de las microalgas.

2.3.1. Condición de calma: Si durante la fase de calma operasen los mecanismos compensatorios a la sedimentación que poseen las microalgas se debería esperar un incremento del promedio en el estrato superficial de la laguna debido a movimientos verticales de éstas desde los estratos inferiores. Para evaluar la importancia de los cambios de abundancia diaria de las microalgas se utilizó el test de Student para muestras no pareadas entre las recolecciones de mañana y mediodía, instantes entre los cuales se observó calma (Tabla 1). Los resultados indican valores significativos sólo en forma ocasional para **Chlorogonium** sp. y **Chlamydomonas** sp. lo que indicaría que, en general, la cantidad neta de microalgas entre estos instantes permanece constante.

Tabla 3.- Valores medios de abundancia de las microalgas (cel/L) en el estrato superficial de la laguna 1 de Casablanca a lo largo del día.

Especie	Día	Mañana	Mediodia	Tarde
Chlorococcum sp.	2	1.04e10	9.74e09	1.07e09
	3	9.12e09	9.74e09	8.47e09
	4	9.64e09	9.43e09	*
	5	8.61e09	8.87e09	8.71e09
	6	8.71e09	8.40e09	*
	7	7.61e09	7.72e09	7.10e09
Chlorogonium sp.	2	1.41e07	1.88e07	1.52e07
	3	1.37e07	1.61e07	3.22e07
	4	1.23e07	0	*
	5	1.20e07	2.40e06	2.74e06
	6	9.95e06	1.99e07	*
	7	1.21e07	1.06e07	5.49e06
Chlamydomonas sp.	2	1.83e08	2.09e08	1.06e08
	3	1.41e08	2.68e08	9.29e07
	4	9.57e07	1.17e08	*
	5	1.14e08	6.58e07	9.64e07
	6	1.03e08	1.15e08	*
	7	1.66e08	5.97e07	7.10e07
Microcystis sp.				
	2	6.17e10	5.66e10	6.32e10
	3	6.79e10	6.88e10	6.36e10
	4	7.34e10	6.80e10	*
	5	7.40e10	7.34e10	7.40e10
	6	8.02e10	7.84e10	*
	7	7.89e10	7.76e10	7.63e10

(*) No registrado

Sin embargo es importante estimar los niveles de sedimentación que experimentan las microalgas. La Fig. 5 presenta la abundancia media de las microalgas en el epilimnio (área superior en blanco) y en el efluente (área achurada) durante el período estudiado. La estimación de la sedimentación fue cercana al 50% diario, siendo **Microcystis** sp. la especie dominante que determina las variaciones de la curva.

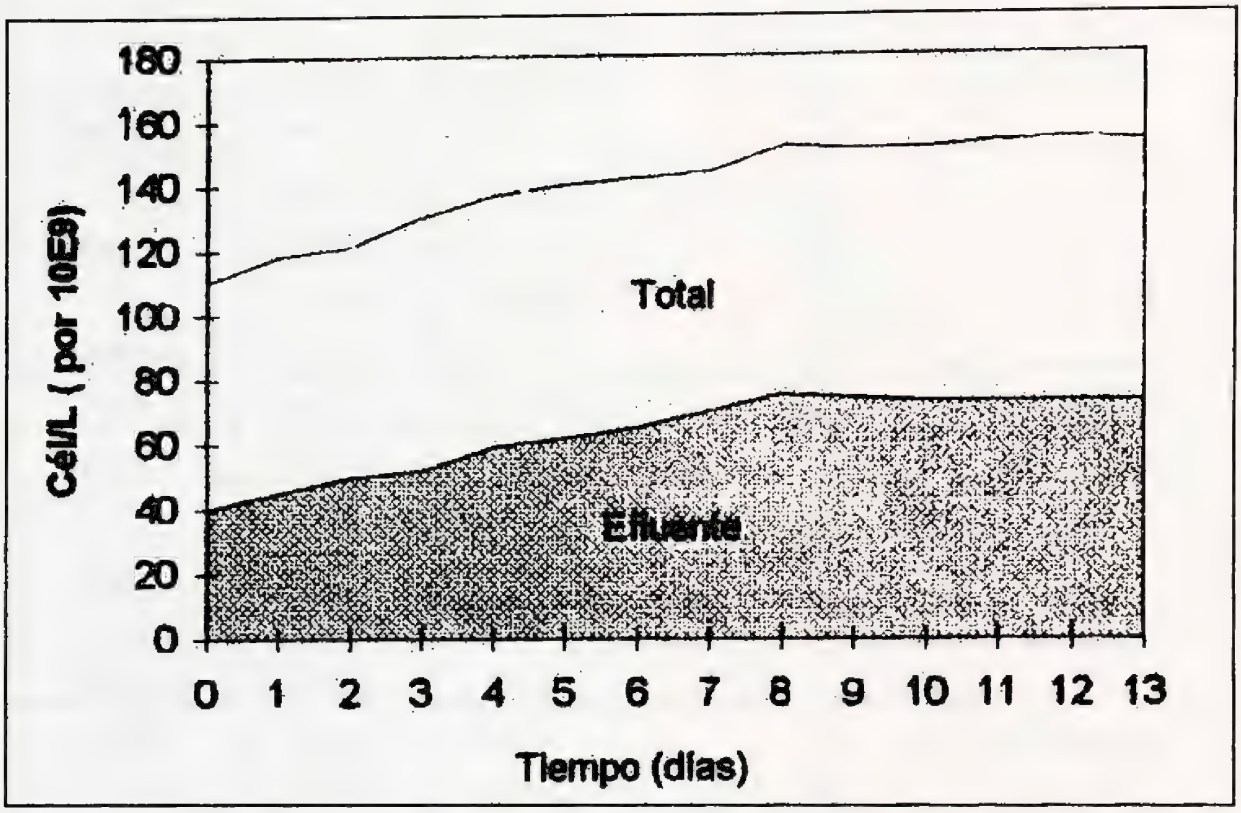


Fig. 5: Abundancias de la microalgas en el epilimnio (área sin achurar) y en el afluente de la Laguna I de Casablanca (área achurada)

2.3.2. Condición de viento suave: Cuando el viento es suave debería esperarse un incremento de la abundancia de microalgas en el estrato superficial como consecuencia de un transporte pasivo asociado a la mayor magnitud de las corrientes verticales (mayor turbulencia) que comprometen al epilimnio y a la tendencia a flotar de las microalgas.

Al comparar las abundancias de microalgas en el estrato superficial se observa que entre mediodía y tarde, sólo **Chlamydomonas** sp. presenta variaciones de abundancia en la mayoría de los días. Este hecho indica que bajo viento suave no es posible detectar variaciones netas en la distribución vertical de las microalgas.

2.4. Advección de microalgas y patrones de distribución. Las algas sólo podrían expresar sus mecanismos compensatorios a la gravedad en lugares donde las corrientes tienen baja velocidad y cuando chocan contra algún obstáculo deberían acumularse; ambos factores son causales de agregación. Por estas razones. las agregaciones de microalgas deberían detectarse en el sector barlovento o en las esquinas de la laguna.

Durante las fases de calma (mañanas) las microalgas no deberían modificar su patrón de distribución espacial inicial, en tanto que por la tarde se puede esperar una advección que se desarrollaría en un tiempo máximo de 3.5 h cuando los vientos medios son de 270 m/min (según se desprende del factor K para las velocidades de vientos entregadas en la Tabla 1

y Fig. 2). Como los muestreos diarios fueron realizados cada 4 h aproximadamente, el efecto esperado debería ser registrado en la escala temporal escogida. El índice de agregación de Lloyd fue cercano a 1 lo cual indica una distribución azarosa de las microalgas; exceptúa a esta generalidad **Chlorogonium** sp., pero la distribución de los puntos con mayor abundancia es aleatoria por lo que no puede ser atribuida al sistema de corrientes que se desarrolla en la laguna.

DISCUSION

Los perfiles de temperatura y de oxígeno ponen en evidencia una fractura que determina dos estratos los cuales ya habían sido visualizados en la laguna por Domínguez et al. (1994a). Los perfiles de oxígeno (Fig. 3) vienen a respaldar la idea de una mezcla parcial de la columna de agua debido a la anoxia que se presenta en los estratos profundos. Así, bajo condiciones de homogeneidad térmica la velocidad del viento es insuficiente para inducir movimientos de agua que comprometan más allá de los 0.5 m; en condiciones de estratificación térmica, para romper la termoclina, la velocidad del viento debería ser muy superior a la que se registran en la zona..

El sistema de corrientes que domina en la laguna se origina con vientos superiores a 135 m/min (Fig. 1) los cuales pueden inducir una corriente que compromete sólo a los niveles superiores de la columna de agua, desarrollándose un giro principal que circula en sentido de las manecillas del reloj. A medida que aumenta la velocidad del viento con una dirección predominante, la velocidad del giro también se incrementa en los sectores donde ambas variables son paralelas y se reduce en los sectores donde son antiparalelas; en las zonas en donde las corrientes se hacen perpendiculares al viento (barlovento y sotavento) se generaría una resultante que tendería a desplazar el agua hacia sotavento. Este fenómeno favorecería la profundización de la termoclina en este último sector favoreciendo el desarrollo de un *seiche*.

Con vientos superiores a 270 m/min, la turbulencia se incrementa (Fig. 2) y se extiende a todo el epilimnio, estableciéndose un régimen turbulento asociado a la corriente principal del giro. Esta explicación justifica la pérdida de linealidad del factor viento cuando estos superan los 270 m/min, siendo en el sector sotavento donde se produce el mayor efecto ya que la termoclina alcanza su mayor profundización (Fig. 3).

Una vez alcanzada la velocidad crítica, la velocidad de la corriente se incrementa en lugar de decrecer al aumentar la turbulencia (Olguín y Domínguez, 1995; Haynes y Bryson, 1961). Este fenómeno puede ser explicado como consecuencia de la termoclina que al impedir que la corriente se profundice, todo incremento de velocidad del viento se traduce en una mayor la velocidad de la corriente. Así, una vez que la masa de agua se encuentra en movimiento, el incremento de velocidad sería resultado de la suma de la velocidad inercial de la corriente del giro y de la velocidad inducida directamente por el viento. Esta interpretación pone en evidencia que en el sistema predominan las corrientes horizontales por sobre las turbulencias y que ambos fenómenos quedan circunscritos principalmente al epilimnio.

Referente a la distribución vertical de las microalgas, la conservación de un mismo nivel de abundancia en cada uno de los días indica que los movimientos verticales son mínimos. Pero más relevante de la conservación de la abundancia a lo largo del día es el nivel de sedimentación registrado (Fig. 5) y si se tiene en cuenta que en la laguna, la magnitud de la capa fótica no supera los 0.25 m (Domínguez et al., 1994a), para mantener un nivel de producción se requiere de movimientos verticales que permitan a las microalgas acceder al menos temporalmente a esta zona. La presencia de una estratificación permanente de la laguna implica que las algas que entran al hipolimnio están imposibilitadas de volver a la zona epilimnética y el alto nivel de sedimentación registrado (alrededor de un 50%) permite inferir que si se produce una serie de días con baja irradiancia y/

o carente de vientos, lo más probable es que la tasa de sedimentación sea aún más alta. Este argumento podría explicar las sedimentaciones masivas detectadas en algunas lagunas de la zona, incluyendo las de Casablanca, durante el período estival.

Dado el predominio de las corrientes horizontales por sobre los movimientos verticales y una velocidad de corriente alta para las dimensiones de la laguna, las microalgas serían integradas a las corrientes de agua, lo que explicaría la distribución azarosa de ellas. **Chlorogonium** sp., especie que se comporta como alga liviana en el concepto de Reynolds (1984), es la única especie que tiende a presentar agregaciones, aunque este hecho no es muy evidente y es probable que las corrientes tengan un efecto disgregador de los conglomerados. Sin embargo, se podría esperar que en el caso de dominar este tipo de especies, las agregaciones pudiesen ser más relevantes en el funcionamiento de la laguna.

Finalmente, los planteamientos expuestos validan la importancia del viento como factor de mezcla. y es así como la estabilidad de la columna de agua al mediodía será mínima cuando los vientos matinales alcancen los 270 m/min. Vientos de estas características solo se manifiestan ocasionalmente por lo que bajo estas condiciones ambientales las lagunas de estabilización no pueden operar de manera eficiente. Por lo tanto para optimizar los niveles actuales de operación de la laguna, fundamentalmente en los que se refiere a degradación de materia orgánica, se propone bajar la cota de agua a objeto de favorecer la mezcla vertical y los procesos de mineralización.

CONCLUSIONES

1. Respecto del sistema de corrientes superficiales, el efecto de la velocidad del viento sobre la velocidad de las corrientes se caracteriza por: 1.- Fase de calma: con velocidades de vientos de 0 y 135 m/min no generan corrientes. 2.- Fase de viento suave: con velocidades de vientos que alcanzan una velocidad entre 135 y 270 m/min establecen una relación lineal significativa con la velocidad de la corriente y 3.- Fase de viento fuerte: con velocidades de vientos superiores a los 270 m/min velocidad a la cual se supera la velocidad crítica.

Bajo vientos de dirección S a SW se desarrolla un giro principal que se localiza por sobre la termoclina y que se mueve sentido de las manecillas del reloj; este giro se va generalizando a todo el epilimnio en la medida que el viento aumenta su velocidad. Se sobrepone a este giro una corriente paralela al viento que favorece la acumulación de agua a sotavento. Una vez estructurado el giro, vientos provenientes de cualquier dirección no modificarían substancialmente el patrón de circulación. La termoclina constituye un impedimento para la mezcla completa de manera que los movimientos de agua asociados al viento solo se desarrollan en el epilimnio.

2. Respecto de las microalgas, las especies registradas fueron las clorofíceas **Chlorococcum** sp. (11.1%), **Chlamydomonas** sp. y **Chlorogonium** sp. (0.1%) y la cianofícea **Microcystis** sp. (88.8%). En general presentan una distribución espacial de tipo azaroso, distribución que sería consecuencia del alto nivel de agitación de las aguas epilimnéticas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Empresa de Obras Sanitarias ESVAL, en especial a los Ingenieros Sr. Luis Riveros y Sra. Gabriela Simpson, las facilidades otorgadas para realizar esta investigación en la Planta de Tratamientos de Aguas Servidas de Casablanca. Al Sr. Guillermo Rojas, Encargado de la Planta, su buena disposición para brindar ayuda oportuna durante la realización de este trabajo. A la Sra. María Angélica Carvajal, M. Cs., por la determinación del material algológico y orientación en los recuentos. A la Sra. Carmen Tobar y al Sr. Jary Valdivia, la confección de las láminas.

REFERENCIAS

CAMPOS, D. 1993. Efecto de las variaciones de pH sobre la mortalidad de coliformes: una proximación experimental. Tesis Universidad de Playa Ancha de Ciencias de la Educación. Valparaíso.

CASTILLO,G., R.THIERS, B.TRUMPER & J.CASTILLO.1989. Variaciones estacionales y eficiencia microbiológica en lagunas de estabilización. VIII Congreso de Ingeniería Sanitaria y Ambiental.

DEMERS,S., J.C.THERRIAULT, E.BOURGET & B.ABDOURRAHMANE.1987. Resuspension in the shallow sublitoral zone of a macrotidal estuarine environment: wind influence. Limnol. Oceanogr. 32(2):327-339.

DOMÍNGUEZ,P. & D.CASANOVA. 1989. Advección superficial de fitoplancton en la laguna Grande de San Pedro (Concepción, Chile). An. Mus. Hist. Nat. , Valparaíso. 20: 5-18.

DOMÍNGUEZ,P., P.FORMAS, & C.LIZAMA, 1994(a). Efecto diario de las variaciones de pH sobre la depuración de coliformes fecales en una laguna de estabilización de Casablanca (Valparaíso, Chile). An. Mus. Hist. Nat., Valparaíso. 22: 5-16.

DOMÍNGUEZ,P., M.RIVADENEIRA, & B.PRADO. 1994(B). Efectos de las variaciones de irradiancia sobre la depuración de coliformes fecales en una laguna de Estabilización de Casablanca (Valparaíso, Chile). An. Mus. Hist. Nat., Valparaíso. 22: 17-25.

ESPINA,L., L.CERDA, A.VELOZ, J.MATURANA & L.TORRES. 1981. Planta piloto de electrólisis de aguas servidas. IV Congreso de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. T. 3: 14-31.

GALINDO,R., A.ANDRADE & A.MUÑOZ. 1981. Tratamiento químico-coagulante de efluente de laguna de estabilización. IV Congreso de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. 3: 32-52.

GALINDO,R., P.DEANTAS, G.SIMPSON, A.GALLARDO & R.CUADRA. 1989. Evaluación de algunos factores relevantes para el diseño de lagunas de estabilización. VIII Congreso Chileno de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. La Serena, Chile.

GALINDO,R. & M.NÚÑEZ. 1991. Estudio y modelación de la temperatura para el diseño de una laguna de estabilización. IX Congreso chileno de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Santiago, Chile.

GALLARDO, A. 1989. Investigación en lagunas de estabilización de Casablanca como sistema depurador de microorganismos patógenos. Tesis Universidad Técnica Federico Santa María. Valparaíso, Chile.

GEORGE,D.G. & R.W.EDWARDS. 1976. The effect of wind on the distribution of chlorophyll *a* and crustacean plankton in a shallow eutrophic reservoir. J. Appl, Ecol., 13:667-690.

GEORGE,D.G. & S.I.HEANEY. 1978. Factors influencing the spatial distribution of the phytoplankton in a small productive lake. J. Ecol. 66: 133-135.

HAYNES,D.A. & R.A.BRYSON. 1961. An empirical study of wind factor in lake Mendota. Limnol. Oceanogr. 6: 356-364.

LUDWIG,J.A. & J.F.REYNOLDS. 1988. Statistical ecology. Wiley & Sons (Eds) N.Y. 337 pp. Okubo, A., 1978. Horizontal dispersion and critical scales for phytoplankton patches. In: Spatial Pattern in Plankton Communities. Steele (ed.). NATO Conf. Ser. IV, Mar. Sci. 3: 21-42.

OLGUÍN,E., 1990. Estudio teórico de la eficiencia orgánica de una laguna de estabilización respecto de la biomasa. Tesis Universidad Técnica Federico Santa María. Valparaíso, Chile 23.

OLGUÍN,H. & P.DOMÍNGUEZ. 1995. Efecto de las corrientes y turbulencia sobre la distribución espacial del fitoplancton en el Sector Poniente del Embalse Peñuelas (Valparaíso, Chile). An. Mus. Hist. Nat., Valparaíso.

PERRETTA, F. & N.CABRERA. 1987. Estudio de la mortalidad de coliformes fecales en lagunas de estabilización. VII Congreso Chileno de Ingeniería Sanitaria y Ambiental: 671-679.

PIEBER,M., S.CONTRERAS & J.TOHÁ. 1981. Purificación de aguas servidas por método electrolítico. IV Congreso de Ingeniería Sanitaria: 1-9.

RAMÍREZ,S., M.VILLARROEL & M.C.DIEZ. 1985. Control físico-químico del sistema de tratamiento de aguas servidas de Pucón. IV Congreso de Ingeniería Sanitaria y Ambiental: 1-30.

REYNOLDS, .S. 1984. The ecology of freshwater phytoplankton. Cambridge University Press. 383 pp.

REYNOLDS,C.S., V.MONTECINO, M.GRAFF & S.CABRERA. 1986. Productivity and dynamics of a **Melosira** population of an impoundment in Central Chile. J. Pl. Res. 8(4): 715-740.

SÁNCHEZ,A. & C.VARGAS. 1972. Puesta en marcha y primera etapa de experimentación en laguna de estabilización de Melipilla. Tesis Depto. de Obras Civiles, U. de Chile.

UNDA,F., J.MATURANA & L.ESPINA. 1984. Planta Experimental sediplaca para el tratamiento de aguas servidas con recirculación de lodos. XIV Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, 1: 197-225.

VINER,A.B. & I.R.SMITH. 1973. Geographical, historical and physical aspects of Lake George. Proc. R. Soc. Lond. B, 184: 235-270.

VILLAGRÁN, H. & P.DOMÍNGUEZ. 1989, Utilización de derivadores y distribución de corrientes en el embalse Peñuelas (Valparaíso, Chile), An. Mus. Hist. Nat., Valparaíso 20: 109-114.

VILLARROEL,M., S.RAMÍREZ, N.PINTO & C.PACHECO. 1985. Evaluación microbiológica del funcionamiento de la laguna de estabilización de Pucón. VI Congreso Nacional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental: 31-43.

WEBSTER, I.T.1990. Effect of wind on the distribution of phytoplankton cells in lakes. Limnol. Oceanogr. 35 (5): 989-1001.

YANEZ,F. 1984. Reducción de organismos patógenos y diseño de lagunas de estabilización para países en desarrollo. XIX Congreso Interamericano de AIDIS, Santiago, Chile.

ASPECTOS ECOLOGICOS DE LAS CECIDIAS DE *BACCHARIS SALICIFOLIA* (R. ET P.) PERS., EN CHILE CENTRAL.

FRANCISCO SÁIZ & MARYLIN PAZ [1]

ABSTRACT

In the National Park La Campana, Palmas de Ocoa sector (32° 55' S, 71° 55' W), some ecological aspects of galls developed on **Baccharis salicifolia** (R. et P.) Pers were studied throughout the phenological cycle of the plant.

Six different types of galls were found and described, two on twigs and four on leaves, five of which were described for the first time for Chile and one for the host plant.

The following aspects were analyzed: general morphology of the galls (shape, size, color), morphological change of cecidia, biological aspects of gall-makers and parasitoids, and relationships between the life cycle of galling insects and the phenology of plant.

Two galls analyzed were induced by Cecidomyiidae (Diptera), one by Psylloidea (Hemiptera), two by Lepidoptera, and one by Eriophyidae (Acari).

Key words: Baccharis salicifolia, Leaf Galls, Twig Galls, Gall-makers, National Park, Central Chile.

INTRODUCCION

A nivel mundial, la mayor incidencia de cecidias ocurre en las Dicotiledóneas con un 88,9%, seguidas por las Monocotiledóneas con un 8,9% (Mani, 1964). Dentro de las Dicotiledóneas destaca la Familia Asteraceae (= Compositae) con una incidencia de cecidias del 20% en Norte América y Europa (Mani 1964) y de 12,2% en América del Sur y América Central (Houard 1933). Para Chile se dan los siguientes porcentajes: 10,4% (Houard 1933) y 33,7% (Núñez y Sáiz 1994).

En cuanto a órganos afectados, existe una marcada preferencia por tallos y hojas y, entre los huéspedes, destacan Acari e Insecta, especialmente Diptera, Homoptera y Lepidoptera. (Houard 1933, Mani 1964, Meyer y Maresquelle 1983, Ananthakrishnan 1984, Barnes 1989, Núñez y Sáiz 1994) (Tabla 1).

TABLA 1. INCIDENCIA (%) DE CECIDIAS EN **ASTERACEAE** PARA CENTRO-SUD AMERICA Y CHILE POR ORGANO AFECTADO Y HUESPED.

	CENTRO y SUDAMERICA Houard 1933	CHILE Houard 1933	CHILE Núñez y Sáiz 1994
ORGANO			
Hoja	40,2	18,0	24,0
Tallo	50,6	52,0	51,6
Flor	0,6	0,0	0,0
Capítulo	2,4	6,0	3,4
Botón	6,2	24,0	21,0
HUESPED			
Eriophyidae	29,5	5,8	10,4
Diptera	48,7	64,7	51,7
Homoptera (sic)	8,5	17,9	13,8
Lepidoptera	7,6	0,0	10,4
Coleoptera	1,2	0,0	10,4
Nematoda	1,2	0,0	0,0
Hymenoptera	0,0	0,0	6,9
Hemiptera (sic)	0,6	5,8	3,4
Insecta sp	2,4	5,8	3,4

[1] Laboratorio de Ecología, Universidad Católica de Valparaíso. Casilla 4059. Fax (32) 212746. Valparaíso, Chile. e-mail: fsaiz@ucv.cl

A.- CECIDIAS EN **BACCHARIS**.

Las 164 cecidias asociadas a Asteraceae en Centro y Sudamérica se distribuyen en 22 géneros, concentrando el género **Baccharis** a 21 de ellas, equivalentes al 49,4% de las cecidias citadas en Houard (1933). Es destacable que en el 29,6% de ellas no se individualiza específicamente el hospedero, porcentaje que sube a 61,7% respecto de las especies de huéspedes, no superando en algunos casos el nivel de orden. Fernandes et al (1996), basándose en la literatura y en sus propios trabajos detectan 118 cecidias para un total de 40 especies de **Baccharis** neotropicales. Este número es indudablemente mayor ya que no incluye la totalidad de las especies ni las cecidias formadas por Eriophyidae. por otra parte, debe considerarse la sinonimia entre las especies (p. ej. **B. rosmarinifolia** = **B. linearis**).

En cuanto a órganos afectados, las cecidias de **Baccharis** se concentran en tallo y hoja y los huéspedes corresponden fundamentalmente a Diptera, Acari y Hemiptera sensu lato. Para Chile, se observa un aumento en el porcentaje de Diptera y Hemiptera (Tabla 2).

TABLA 2. INCIDENCIA (%) DE CECIDIAS EN **BACCHARIS** PARA CENTRO-SUD AMERICA Y CHILE POR ORGANO AFECTADO Y TAXA DE HUESPEDES.

	CENTRO Y SUD AMERICA Houard 1933	ZONA NEOTROPICAL Fernandes et al 1996	CHILE Houard 1933	CHILE Núñez y Sáiz 1994
ORGANO				
Hoja	38,3	21,0	17,6	24,0
Tallo	50,6	38,6	53,0	56,0
Flor	1,2	10,0	0,0	0,0
Capítulo	2,5	0,0	6,0	4,0
Botón	7,4	26,9	23,4	16,0
Indeterminado	-	2,5	-	-
HUESPEDES				
Eriophyidae	26,0	No consideradas	5,9	12,0
Diptera	50,6	72,3	64,7	60,0
Homoptera (sic)	12,3	9,2	17,6	12,0
Lepidoptera	6,3	13,4	0,0	8,0
Coleoptera	1,2	2,5	0,0	0,0
Hemiptera (sic)	1,2	0,0	5,9	4,0
Insecta sp	1,2	1,6	5,9	4,0

B.- SITUACION DE LAS CECIDIAS DEL GENERO **BACCHARIS** EN CHILE.

El género **Baccharis** concentra el 100% de las cecidias de las Asteraceae chilenas citadas por Houard (1933). En Núñez y Sáiz (1994) el porcentaje baja a 86,3% ya que, aunque agregan nuevas cecidias de **Baccharis,** incorporan nuevos géneros como **Haplopappus** (6,9%), **Gutierrezia** (3,4%) y **Senecio** (3,4%). Estos últimos autores consideran 24 cecidias para **Baccharis**, distribuidas en 9 especies, considerando a **B. concava**, **B. pingraea**, **B. paniculata** y **B. marginalis** (= **salicifolia**) como hospederos, quienes aportan un total de 7 cecidias. (Tabla 3).

TABLA 3. CHILE.- DISTRIBUCION DE CECIDIAS DE **BACCHARIS** SEGUN HOSPEDERO, ORGANO

AFECTADOY HUESPED (Nuñez y Sáiz 1994).

HOSPEDERO		HUESPED	
Especie	Organo	Orden	Especie
concava (R. Et P.) Pers	Rama	Lepidoptera	**Orsotricha venosa**
	Hoja	Acari	Eriophyidae
confertifolia Bert. Ex Colla	Hoja	Homoptera	**Trioza-baccharis**
	Hoja	Acari	Eriophyidae
racemosa (R et P) DC (=**eupatorioides** H et A)	Tallo	Diptera	Trypetidae
	Botón	Diptera	**Scheueria longicornis**
	Botón	Diptera	Cecidomyiidae
obovata H et A (= **poeppigiana** (DC) Cabr)	Tallo		Insecta
linearis (R et P)(= rosmarinifolia H et A)	Tallo	Diptera	**Rhachiptera limbata (=Percnoptera angustipennis)**
	Tallo	Diptera	**Perrisia chilensis**
	Tallo	Diptera	**Perrisia subinermis**
	Tallo	Diptera	**Calopedila herbsti**
	Botón	Diptera	**Perrisia** sp.
	Botón	Diptera	Cecidomyiidae
	Tallo	Homoptera	**Lepidosaphes espinosai**
	Tallo	Homoptera	**Lecanium resinatum**
	Tallo	Hemiptera	
pingraea DC	Rama	Lepidoptera	
paniculata DC	Tallo	Diptera	
	Hoja	Diptera	
	Rama	Diptera	
sp	Capítulo	Diptera	**Asphondylia baccharis**
	Tallo	Diptera	Tephritidae
salicifolia (R et P) (= **marginalis** DC)	Hoja	Acari	Eriophyidae

Se han actualizado nombres de especies de **Baccharis**

En consecuencia, el 8% de las cecidias no tiene individualización específica de hospedero, porcentaje que alcanza un 52% de los huéspedes.

Si bien en Chile se han realizado varios trabajos sobre cecidias de **Baccharis** (Porter 1929, Kieffer 1903, Stuardo 1929, Houard 1933, Cartagena y Solervicens 1981, Aljaro et al 1984 y Núñez y Sáiz 1994), solamente dos se refieren a ciclos biológicos del huésped. Aljaro et al (1984) estudian a **Rachiptera limbata** (Diptera), huésped de la cecidia algodonosa de **Baccharis linearis** y Cartagena y Solervicens (1981) a **Orsotricha venosa** (Lepidoptera), huésped de la cecidia de rama de **Baccharis concava**.

Un problema para el estudio de las cecidias de **Baccharis** es la dificultad en la adjudicación de éstas a las denominaciones específicas de los hospederos, ya que existe un caos en su denominación y sinonimia. Por ende, muchas cecidias han sido descritas para especies que hoy se consideran sinónimas (v. gr. **B. rosmarinifolia** y **B. linearis**) o para variedades hoy consideradas especies, sin contar con el alto hibridismo dentro del género. Para clarificar esta situación analizamos comparativamente tres fuentes bibliográficas: Marticorena y Quezada (1985), Navas (1976) y Hellwig (1990), detectando un total de 128 fórmulas específicas, reconociéndose 50 especies en Marticorena y Quezada (1985) y 68 en Hellwig (1990). Como consecuencia de tal revisión consideraremos como **Baccharis salicifolia** al

siguiente complejo de denominaciones:

Baccharis salicifolia (R. et P.) Pers.
Sin.: **Baccharis marginalis** DC
Molina parviflora R. et P.

Sub. Esp.: B. m. **linifolia** Heer. ex Reiche
B. m. **caerulescens** Heer. ex Reiche
B. m. **viminea** Heer. ex Reiche
B. m. **marginalis** DC
B. m. **longipes** Heer. ex Reiche

En Houard (1933), esta especie aparece como **B. salicifolia** Pers. con **B. marginalis** DC y **B. lanceolata** H.B. et K. como sinónimos.

En consecuencia, las cecidias descritas en la literatura para **B. salicifolia** son las expuestas en la Tabla 4:

TABLA 4. DISTRIBUCION EN CENTRO Y SUD AMERICA DE LAS CECIDIAS DE **BACCHARIS SALICIFOLIA** SEGUN ESPECIE HOSPEDERA, ORGANO AFECTADO, HUESPED Y PAIS. (Houard 1933, Núñez y Sáiz 1994).

HUÉSPED Órgano	Orden	Familia-Especie	País
Capítulo	Homoptera	**Cecidotrioza mendocina**	Argentina
Tallo	Diptera	**Aciura baccharidis**	Argentina
Tallo	Diptera	**Aciura falcigera**	Argentina
Tallo	Diptera	**Meunieriella ornaticornis**	Argentina
Tallo	Diptera	**Trypeta cuculi**	Argentina
Tallo	Diptera	**Asphondylia hieronymi**	Argentina
Tallo	Diptera	**Asphondylia crassipalpis**	Argentina
Tallo	Diptera	**Misospatha globifex**	Argentina
Tallo	Acari	Eriophyidae	Argentina
Tallo	Acari	Eriophyidae	Argentina
Hoja	Homoptera	Psyllidae	Argentina
Hoja	Acari	Eriophyidae	Argentina
Hoja	Lepidoptera		Argentina
Hoja	Diptera	Cecidomyiidae	Argentina
Hoja	Acari	**Eriophyes baccharidis**	Argentina
Hoja	Acari	Eriophyidae	Chile

En general, las descripciones del catálogo de Houard (1933) (N^0 1193 a 1207) no siempre son lo suficientemente completas para ser discriminatorias, por lo que se dificulta la aplicación de ellas a las cecidias encontradas en Chile. Muchas de sus descripciones son simples y mínimas comparaciones con una descripción precedente, lo cual puede llevar a confusión ya que se podría tratar de una cecidia en diferentes fases de su desarrollo. Además, en ellas no se hace referencia a parasitoides ni a los ciclos biológicos de los huéspedes.

Dada la poca información existente sobre los cecidias de **Baccharis salicifolia** en Chile y la necesidad de actualizar el conocimiento total de las cecidias de esta especie en toda su área

de distribución, es que se ha planteado la siguiente investigación, para Chile, cuyos objetivos son:

1.- Caracterizar morfológicamente las cecidias detectadas en **B. salicifolia** en Chile Central, considerando su relación con la fenología del hospedero.
2.- Establecer los agentes inductores de las cecidias desarrolladas sobre **B. salicifolia**.
3.- Conocer algunos antecedentes del ciclo biológico de los agentes inductores y establecer su relación con la fenología del vegetal hospedero.
4.- Determinar posibles parasitoides y predadores del organismo cecidiógeno y detectar elementos de su ciclo biológico.
5.- Establecer la posible correspondencia con las cecidias descritas en Argentina para **B. salicifolia**.

MATERIAL Y METODO

El estudio se realizó en el Sector Palmas de Ocoa del Parque Nacional La Campana (32^0 55' S, 71^0 55' W), V Región, entre marzo de 1995 y abril de 1996, con la siguiente secuencia de muestreos:

13-03-95	29-05-95	04-09-95	27-11-95	24-01-96
03-04-95	26-06-95	25-09-95	13-12-95	11-03-96
02-05-95	27-07-95	06-11-95	03-01-96	01-04-96

La fenología del hospedero se evaluó a través del seguimiento de 14 ejemplares de **B. salicifolia**, 7 de cada sexo, los que fueron caracterizados al inicio de la investigación en cuanto a talla, cobertura, vegetación asociada y grado de alteración, en que se consideró cercanía de caminos y de zonas de actividad humana y ganadera, pérdida de vegetación nativa, etc. Periódicamente, durante un ciclo anual, se evaluaron en ellos las siguientes fenofases (como % de cobertura foliar del arbusto) y subfenofases (como % del valor de la fenofase correspondiente):

Botón : iniciales, desarrollados
Flor : abiertas, secas
Hoja : iniciales, desarrolladas, secas

En esos mismos arbustos se controló la incidencia de los diferentes tipos de cecidias, ya sea como porcentaje de la cobertura o como número de cecidias, según fuere su naturaleza y abundancia.

Para la evaluación del desarrollo de las cecidias e insectos asociados, se colectó periódicamente una cantidad suficiente de ellos, de acuerdo a su presencia en terreno. La mayor parte del material se analizó inmediatamente de acuerdo a las siguientes variables, según correspondiera:

a) Tamaño (largo, ancho), b) Color (verde, café, amarillo, etc), c) Estado exterior (cerrada, abierta), d) Cavidades (número, color, grosor paredes), e) Organismos presentes en las cavidades, f) Condición de estado de los organismos (larva, pupa, imago, exuvia, combinaciones, sistema de emergencia de adultos), g) Otros elementos presentes en las cavidades (vacía, comensales, excretas, hongos, etc), h) Antigüedad de la rama e i) Número de cecidias por hoja.

Todo el material biológico del análisis anterior (abierto inmediatamente en el laboratorio) con posibilidades de continuar su desarrollo se guardó en frascos individuales para seguir su evolución posterior. Finalmente, un porcentaje menor de cecidias considerados en su fase terminal y no abiertos inmediatamente después de colectadas, se guardó en frascos individuales con el fin de obtener huéspedes, parasitoides y predadores.

RESULTADOS Y DISCUSION

A.- FENOLOGIA DEL HOSPEDERO

El modelo fenológico de **B. salicifolia** se elaboró con la información del seguimiento temporal de 14 ejemplares de la especie (7 de cada sexo), cuyas características de tamaño, grado de alteración y vegetación directamente asociada se presentan en la Tabla 5:

TABLA 5. CARACTERIZACION DE LOS EJEMPLARES DE **BACCHARIS SALICIFOLIA** ESTUDIADOS.

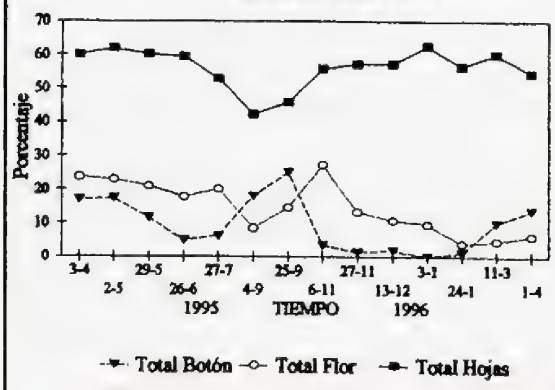
N⁰	SEXO	TALLA (m) Alto	P	NIVEL DE INTERVENCION	VEGETACION ASOCIADA
1	M	2,2	10,0	Alta	Sp; Ac; Mh; Lc
2	M	2,6	6,0	Media	Sl
3	M	2,5	3,0	Media	Bl; Sp; Ac; Sl
4	M	2,0	2,0	Media	Bl; Sp; Ac; Sl
5	M	2,0	4,0	Media	Bl; Sp; Ac; Sl
6	M	2,0	4,0	Media	Ac
7	M	2,0	10,0	Alta	Sp; Ac; Mh; Lc
8	F	2,1	2,5	Alta	Ac; Sm; Mh
9	F	2,1	3,0	Media	Bl; Ac; Sp; Sl
10	F	2,0	3,0	Alta	Sp; Bl; Sl; Ac
11	F	1,8	1,4	Media	Sp; Sm; Lc
12	F	2,2	4,0	Alta	Ac; Sm; Mh
13	F	1,8	2,5	Alta	Ac; Sm; Mh
14	F	1,9	2,0	Alta	Lc; Ac; Sm

M: Masculino; F: Femenino; P: Perímetro; Lc: **Lithrea caustica**; Sp: **Schinus polygamus**; Mh: **Muehlenbeckia hastulata**; Ac: **Acacia caven**; Bl: **Baccharis linearis**; Sl: **Schinus latifolius**; Sm: **Sophora macrocarpa**

El mayor desarrollo de los botones florales corresponde a septiembre y octubre, y el de flores a octubre-noviembre, ambos con un visible desarrollo secundario en otoño (abril-mayo), característico de los ambientes de clima mediterráneo. La mayor presencia porcentual de flores secas ocurre entre noviembre y marzo (Fig. 1).

Las hojas se mantienen durante todo el año, pero con disminución de la cobertura en invierno e inicio de primavera, época esta última en que se produce la aparición de las hojas nuevas. El desecamiento foliar ocurre principalmente entre abril y septiembre (Fig 1).

FIG. 1 **BACCHARIS SALICIFOLIA. Principales fenofases**



B.- CECIDIAS DE **BACCHARIS SALICIFOLIA**.

Durante la investigación se analizaron 4 366 cecidias, distribuidas en 6 tipos diferentes, dos en rama y cuatro en hoja, los que denominaremos de la siguiente forma, para facilitar la comprensión del texto (entre paréntesis número de cecidias analizadas):

En hoja (3 839): verruga (2 614), vaina (697), bolsa (267), cupular (261).

En tallo (527): huso (206), apical (321).

De esta forma sube a 6 el número de cecidias conocidos en Chile para la especie, ya que de las 16 citadas en la literatura sólo una correspondía al país, siendo el resto de Argentina (Houard 1933, Núñez y Sáiz 1994).

C.- CECIDIAS DE RAMA

C.1.- Tipo Huso.

Cecidia fusiforme, formado por el ensanchamiento de la rama, superficie estriada; inicialmente es un pequeño abultamiento blando, el que endurece al madurar. En este estado la pared es dura y medianamente gruesa.

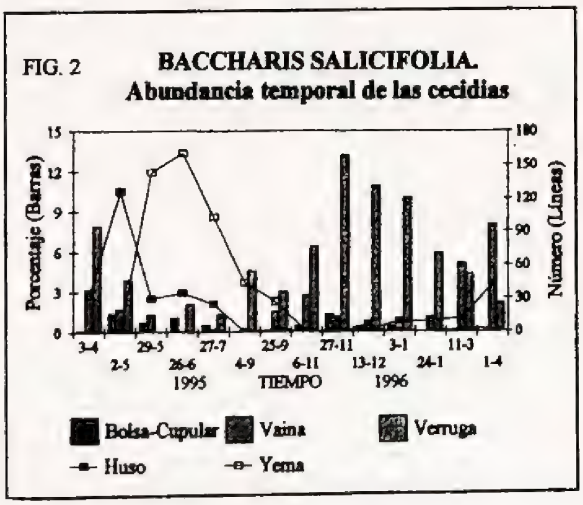
Fenológicamente, es cecidia de otoño y parte del invierno, con máximo desarrollo en mayo (Fig.2). El color de la cecidia y de la

cavidad cambia de verde a café a medida que crece, desarrollándose en ramas nuevas. La talla máxima detectada es de 4.6 cm de largo y 1.5 cm de ancho, cuya evolución temporal se presenta en Fig. 3. La cecidia posee una sola cavidad paralela al eje de la rama donde se desarrolla una larva única. El orificio de salida del imago se encuentra generalmente en la parte apical de la cecidia y está presente en la fase terminal de su desarrollo, cubierto por una tela blanca producida por el huésped. Con frecuencia en la superficie externa se siguen desarrollando pequeños complejos de hojas.

El agente inductor es un microlepidóptero, cuyo desarrollo se inicia en noviembre, culminando en junio-julio del siguiente año , época en que pupan. Las larvas logran su talla máxima en mayo. La presencia de pupas del huésped y del himenóptero parasitoide están acordes con la presencia de cecidias abiertas (Fig. 4 y Tabla 6).

TABLA 6. CECIDIA TIPO HUSO. Nº DE CECIDIAS, CECIDIAS ABIERTAS, COLOR VERDE DE RAMAS, CECIDIAS Y CAVIDADES SEGUN RECOLECCCION.

Fecha	Nº	Porcentaje			
		Rama Verde	Cecidia Verde	Cavidad Verde	Cecidia Abierta
13-03-95	8	63	63	63	38
03-04-95	21	62	10	52	38
02-05-95	9	78	0	78	29
29-05-95	5	100	17	50	33
26-06-95	15	58	0	59	83
27-07-95	6	100	0	100	0
04-09-95	4	66	0	100	67
25-09-95	2	100	100	50	100
06-11-95	0				
27-11-95	7	100	100	100	0
13-12-95	17	100	100	100	0
03-01-96	22	100	90	100	20
24-01-96	29	100	100	100	0
11-03-96	15	100	81	100	0
01-04-96	46	100	31	95	4



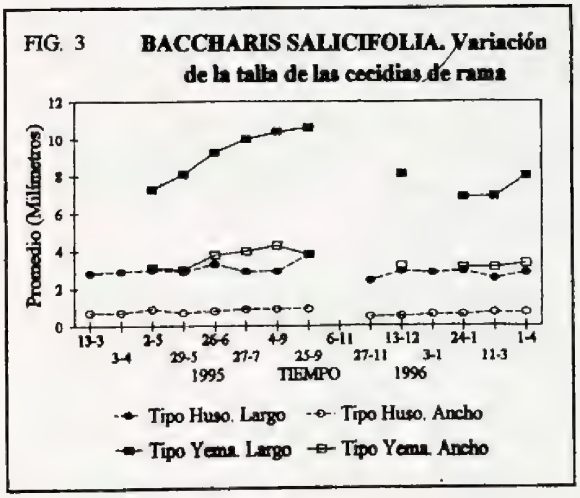
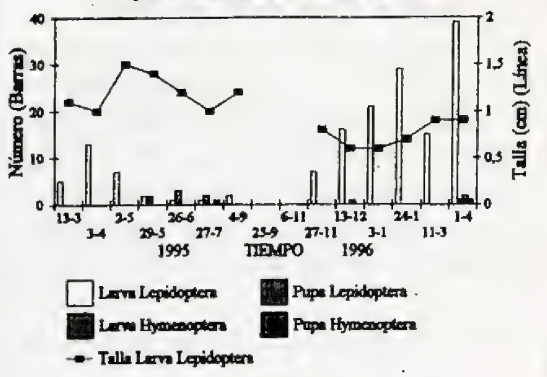


FIG. 4 **BACCHARIS SALICIFOLIA. Huésped y Parasitoide en cecidias tipo Huso**



El microhimenóptero parasitoide (Chalcidoidea) es poliembriónico, ya que desarrolla múltiples larvas (más de 50) al interior de la larva del lepidóptero huésped. Entre los comensales que utilizan las cecidias abiertas se observaron pequeñas arañas y hormigas.

Esta pleurocecidia de tipo lisenquimático es nueva para **B. salicifolia**, fundamentalmente porque su agente inductor es un microlepidóptero en oposición al de las cecidias descritas para Argentina, en las que es un díptero.

C.2.- Tipo Yema.

Hinchazón caulinar terminal, fusiforme o irregular, de superficie lisa, normalmente muestra inicios de desarrollos foliares. Inicialmente es de color morado-violeta, luego cambia a verde, tornándose café en la madurez (Fig. 5). Este tipo de cecidia es anual, con desarrollo entre fines de otoño e inicios de primavera, siendo ligeramente más tardía que la de tipo Huso antes descrita (Fig. 2).

La longitud y ancho máximo detectados es de 26 mm y 9 mm respectivamente, observándose los mayores valores temporales hacia invierno-primavera (Fig. 3).

Interiormente, puede presentar de 1 a varias cavidades, predominando los casos con 1, 2 o 3 cavidades (84,6%) de acuerdo a los siguientes datos:

Cavidades	Porcentaje	Cavidades	Porcentaje
1	45,06	5	4,01
2	25,62	6	2,16
3	13,89	7	0,93
4	7,72	9-15	0,62

Cada una de las cavidades alberga un solo huésped. Las paredes de las cavidades son gruesas y cambian de color de blanco a café, pasando por verde ; su disposición puede ser central o lateral con respecto al eje de la rama.

El agente cecidiógeno es un díptero cecidómido, de pequeñas larvas amarillas, las que están presentes fundamentalmente en otoño, dando paso a las pupas a partir de mediados de otoño (Fig. 6). El adulto emerge dejando la exuvia en los orificios de salida, de manera que su mitad anterior queda expuesta.

El cecidómido es atacado por un microhimenóptero (Chalcidoidea), el que pupa dentro de la piel del último estado larval del díptero. Emergencia de adultos del parasitoide se detectó hacia fines del invierno, la que lógicamente debe ser precedido por la emergencia de dípteros adultos (Fig. 6). Esto es concordante con el hecho de encontrar el mayor porcentaje de cavidades abiertas a inicios de primavera (Tabla 7). Las correlaciones entre color de la cavidad y color de la cecidia son de 0,71 para verde y de 0,96 para café.

FIG. 5 **BACCHARIS SALICIFOLIA.Cecidia tipo Yema. Número y cambio de color**

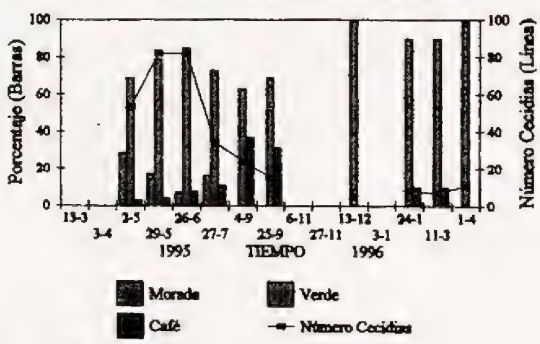


FIG. 6 **BACCHARIS SALICIFOLIA. Huésped y Parasitoide en cecidia tipo Yema**

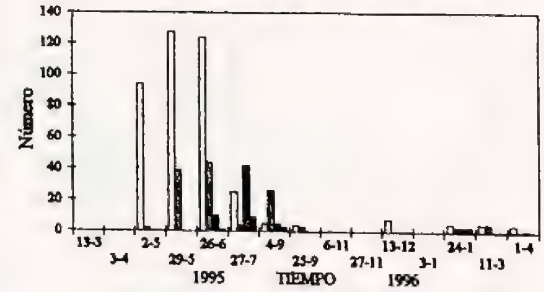


TABLA 7. CECIDIA DE RAMA APICAL. N° Y COLOR DE CAVIDADES Y PORCENTAJE DE CAVIDADES ABIERTAS.

Fecha	Cavidades				Cecidias Abiertas
	N°	Blanca	Verde	Café	
13-03-95	-	-	-	-	-
03-04-95	-	-	-	-	-
02-05-95	97	7	91	2	1,03
29-05-95	176	0	97	3	5,68
26-06-95	185	20	74	6	2,16
27-07-95	81	6	85	9	1,23
04-09-95	67	0	50	50	40,29
25-09-95	38	3	64	31	81,57
06-11-95	-	-	-	-	-
27-11-95	-	-	-	-	-
13-12-95	8	0	100	0	0,00
03-01-96	-	-	-	-	-
24-01-96	12	0	90	10	0,00
11-03-96	11	10	90	0	9,09
01-04-96	24	0	100	0	70,83

Hemos asociado esta pleurocecidia de tipo lisenquimático a la número 1196 descrita para Argentina en Houard (1933), en la cual el agente inductor es **Meunieriella ornaticornis** Kieffer y Jörgensen (1910), el cual fue descrito originalmente como **Lasioptera**. Según Gagné (1994) corresponde a **Baccharomyia ornaticornis** Kieff. y Jörg.

D.- CECIDIAS DE HOJA.

D.1.- Tipo Verruga.

Cecidia foliar pequeña, de aspecto verrucoso y contorno irregular a circular. Frecuentemente sobresale en ambas caras del limbo, aunque en mayor proporción por la cara superior. Superficie lisa, inicialmente verde y café a café-rojizo en la madurez (Fig. 7). El tamaño promedio es de 0,77 mm con pocas variaciones temporales (Fig. 7), alcanzando una talla máxima de 2 mm.

Posee una sola cavidad central grande, de paredes gruesas, en la cual se desarrolla una gran cantidad de ácaros de la familia Eriophyidae, cuya salida se hace por un orificio dispuesto en el centro de la cara superior de la cecidia.

Normalmente se encuentran varias cecidias por hoja (Fig. 7), las que pueden llegar a cubrir casi la totalidad de la lámina foliar y a provocar deformaciones en ella. Su disposición puede ser solitaria o formando agrupaciones que dan aspecto de costra. Estas cecidias pueden encontrarse también sobre otras cecidias foliares, v. gr. la de tipo Vaina.

Temporalmente, se encuentra durante todo el año, con mayor presencia entre primavera y verano (Fig. 2), época que coincide con la coloración verde de los cecidias, con el incremento de los cecidias por hoja y con la mayor presencia del huésped (porcentaje de cecidias con Eriophyidae)(Fig. 7), huésped que también está presente todo el año. La apertura de cecidias es inmediatamente posterior al pico antes señalado (Fig. 7).

Para el análisis del ciclo de vida del huésped se consideraron 3 estados:

Huevos:

Estado 1: ácaros de color blanco

Estado 2: ácaros de color rosado-rojo

La postura ocurre fundamentalmente en septiembre y octubre, con máxima expresión del Estado 2 en enero (Fig. 8). El porcentaje de cecidias cerradas y vacías (38%) indica mortalidad al inicio de la cecidiagénesis, posiblemente debido a la reacción de la planta. Para la morta-

lidad de ácaros adultos puede pensarse en el desecamiento por senescencia de las hojas o por mortalidad fisiológica. No se detectó acción de parasitoides o de depredadores. Hemos asociado esta pleurocecidia de tipo bolsillo (Pouch) con la N° 1207 de Houard (1933) descrita para Argentina, cuyo huésped es **Eriophyes baccharidis** Corti.

FIG. 7 **BACCHARIS SALICIFOLIA. Cecidia tipo Verruga: N°, color, estado y huésped**

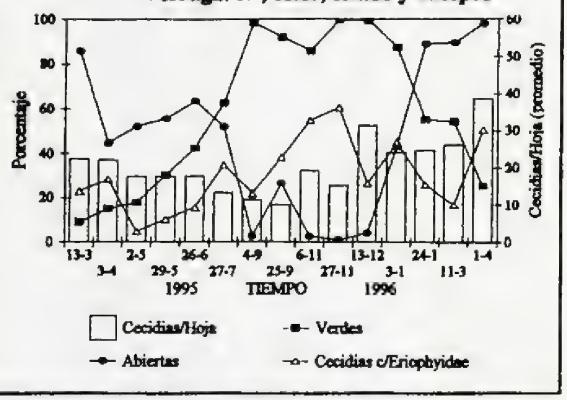
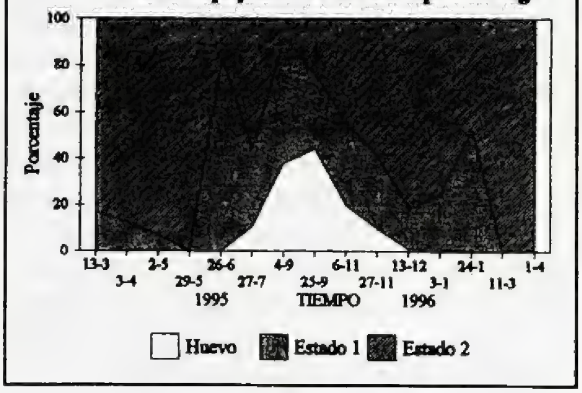


FIG. 8 **BACCHARIS SALICIFOLIA. Desarrollo de Eriophyidae en cecidia tipo Verruga**

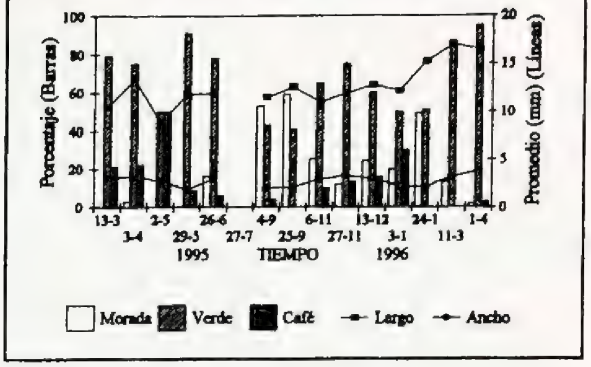


D. 2.- Tipo Vaina.

Cecidia formada por hipertrofia del limbo, uno de cuyos bordes se curva hacia la cara superior de la hoja formando una especie de tubo, generalmente fusiforme. Si bien su posición compromete habitualmente a la mitad distal de la hoja, o a parte de ésta, puede afectar a la hoja en su totalidad. Su superficie es lisa, inicialmente de color morado, luego verde, tomando un color café cuando llega a la madurez (Fig. 9).

Los valores máximos encontrados, referidos a la talla, son 34 mm de longitud y 7 mm de

FIG. 9 **BACCHARIS SALICIFOLIA. Desarrollo de color y talla en cecidia tipo Vaina**



ancho, observándose alta variabilidad de la longitud máxima y escasa para el ancho, situación derivada de la forma de la hoja (Fig. 9).

Interiormente se estructura una sola cavidad de color verde, no siempre perfectamente cerrada, la que alberga un número variable (1-6) de ninfas de Psylloidea. En ocasiones se presentan cubiertas por manojos de pelos con aspecto de tela delgada.

El período de presencia de los cecidias se inicia en el mes de septiembre desapareciendo hacia el mes de abril (Fig. 2), correspondiendo al período de desarrollo de hojas nuevas y a su posterior senescencia en otoño.

El huésped es un hemíptero de la superfamilia Psylloidea, el que de acuerdo a los trabajos de Burckhardt (1988 y 1994), hemos identificado como **Trioza** sp, cercana a **Trioza testacea** (Blanchard) (Triozidae). En Houard (1933), es indicado solamente como Psyllidae.

Para el análisis de su ciclo de vida se establecieron las siguientes categorías:

Ninfa I: Sin formación de sacos alares, de color gris.

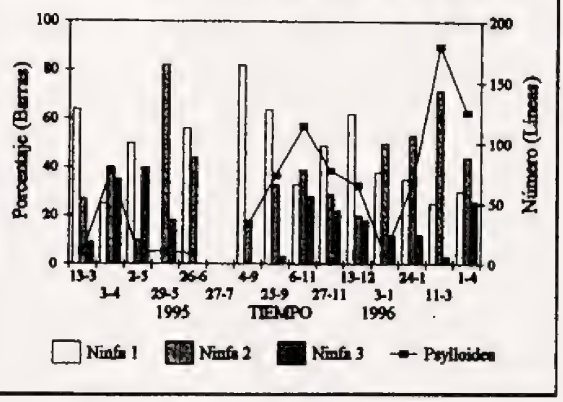
Ninfa II: Con sacos alares alcanzando el primer segmento abdominal, amarilla.

Ninfa III: Con sacos alares hasta más allá del primer segmento abdominal, de color amarillo-verdoso, cuerpo más deprimido.

Su ciclo de vida está directamente relacionado con el desarrollo de la cecidia, con máxima presencia porcentual de Ninfas I en primavera, con un segundo pequeño pico de presencia en otoño, y de ninfas III principalmente en

otoño cuando la cecidia alcanza su madurez (Fig. 10). En la cavidad de la cecidia es posible que se encuentren simultáneamente ninfas de diferentes estados de desarrollo.

FIG. 10 **BACCHARIS SALICIFOLIA. Cecidia tipo Vaina. Desarrollo ninfal de Psylloidea**



Como parasitoide de la especie huésped se detectó a algunas larvas de un microhimenóptero (Chalcidoidea) succcionando Ninfas I. En las cecidias abiertas se encuentran como comensales larvas de Lepidoptera y de Diptera, junto a ácaros Actinedida.

Es importante destacar que un apreciable porcentaje (23,1%) de cecidias portan en su superficie cecidias tipo Verruga (huésped: Eriophyidae) las cuales, al enrollarse la lámina de la hoja, quedan dentro de la cavidad y, por ende, al madurar y emerger los adultos éstos quedan en el interior. Esto nos hace pensar que la cecidia N° 1 204 descrito en Houard (1933) descrita para Argentina y la citada en Nuñez y Sáiz (1994), probablemente correspondan a la situación anterior, correspondiendo ambas a la tipo Vaina descrita en este trabajo.

La pleurocecidia de tipo envolvente aquí analizada se asocia a la N° 1203 de Houard (1933) descrita para Argentina.

D.3.- COMPLEJO DE CECIDIAS TIPOS BOLSA Y CUPULAR.

Estos tipos de cecidias se desarrollan en la lámina foliar y, normalmente, se presentan en diferentes hojas; detectándose juntos en un escaso porcentaje (3,2%).

En total se estudiaron 267 cecidias tipo bolsa y 261 de tipo cupular. Su distribución temporal indica que el primero se extiende todo el año, con mayor abundancia en otoño. En cambio, el de tipo cupular es prioritariamente de primavera-verano (Figs. 11 y 14) .

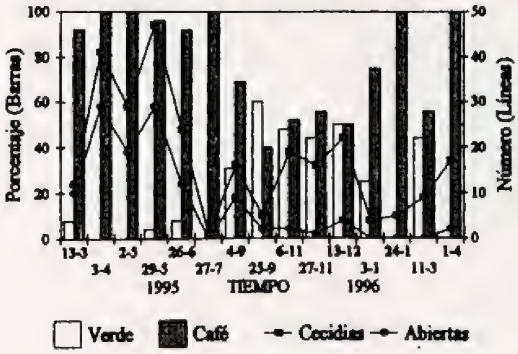
D.3.1.- Tipo Bolsa.

Cecidia desarrollada bajo la epidermis de la cara superior de la hoja, configurando aquélla una delgada lámina que la delimita exteriormente. Su forma es alargada e irregular y la ubicación en el limbo es central o lateral. Su superficie es lisa; inicialmente del mismo color de la lámina, pasando a café al avanzar la cecidiogénesis. De acuerdo a la Fig. 11, estas cecidias se inician en primavera (predominio de la condición verde), madurando en otoño. La mayor cantidad de cecidias colectados entre marzo y junio, estaría sesgada por el hecho de ser mucho más conspicuos al estar en su fase café, lo que facilita su detección. Por otra parte, la mayor cantidad de cecidias abiertas cuando predomina la fase café confirma la idea de que ésta es signo de madurez de la cecidia (Fig. 12).

Normalmente se presenta una cecidia por hoja (83.1%), detectándose rara vez 2 (15,5%) o 3 (3,4%). La talla máxima detectada es de 24 mm de largo y 5 mm de ancho. Los cambios temporales de los valores promedios y su variabilidad se exponen en la Fig. 12.

Interiormente posee una sola cavidad, la cual es poco profunda pero extensa, de igual forma que la cecidia. En ella se desarrolla una larva única de microlepidóptero no identificado aún. La coloración de la cavidad está directamente relacionada con la de la cecidia. Sus paredes frecuentemente se encuentran recubiertas por una fina tela blanca, producida

FIG. 11 **BACCHARIS SALLICIFOLIA. Cecidia tipo Bolsa. Número, color y estado**



por la larva del huésped, configurando una especie de capullo muy simple donde ocurrirá la pupación y que, además, cubre el orificio de emergencia del imago. El color café en la cavidad esta directamente relacionado con la apertura de las cecidias.

El ciclo biológico del agente causal se inicia en primavera, con desarrollo de pupas y emergencia de adultos en otoño, lo que se deduce de la época de presencia de las pupas (Fig. 13). La emergencia del imago se hace por la parte inferior de la cecidia y es característica de muchos microlepidópteros al dejar la exuvia pupal retenida en el orificio de salida, siendo visible su mitad anterior.

Junto al huésped se detectó un microhimenóptero parasitoide (Chalcidoidea), con desarrollo asociado al de aquél (Fig. 13). Su emergencia como adulto la hace por un orificio circular ubicado en el sector más delgado de la parte superior del cecidia.

El indice de mortalidad de las larvas del microlepidóptero es de un 64,2%, causado básicamente por el ataque del parasitoide (46,5%), a la que se suma la acción de hongos en la cavidad (25.6%) y, el porcentaje restante (27,9%), se asume es debido a la propia reacción de la planta hospedera.

De acuerdo a las descripciones hechas por Houard (1933), asociamos esta pleurocecidia de tipo lisenquimático a la N° 1205, descrita para Argentina, en atención a la coincidencia de los siguientes elementos: presentarse como una mancha elíptica decolorada, por ser su cubierta de tipo laminar y porque el huésped es un lepidóptero, aunque no concordaría en su asociación estricta a la nervadura, y en la formación de una especie de carena visible en la otra cara de la hoja. En el trabajo hemos detectado su disposición tanto en relación a la nervadura como en la lámina misma.

D.3.2.- Tipo Cupular.

Cecidia sobresaliente en las dos caras del limbo, con mayor exposición en la cara inferior, de disposición central o lateral. Inicialmente presenta forma circular, alargándose en forma de huso en la medida que se desarrolla. Su superficie es lisa, pasando de verde a café con la cecidiagénesis, en ambas caras de la hoja (Fig. 14). Normalmente se forma una cecidia por hoja (80,1%), encontrándose en algunos casos más de uno (2= 9,9% ; 3= 8,1% y 5= 1,9%).

Su cavidad interior mantiene la misma forma de la cecidia, sus paredes son gruesas. En su interior se desarrolla una sola larva blanca de díptero (Cecidomyiidae) aun no determinado (Houard 1933). El largo promedio es de 5,9 mm con máximo de 13 mm; el ancho promedio es de 1,9 mm alcanzando un máximo de 4 mm (Fig. 12).

Este tipo de cecidia se desarrolla fundamentalmente en primavera-verano, siendo difícil de detectar en sus fases iniciales por no diferenciarse de la superficie de la lámina foliar. Las larvas del agente inductor se detectaron casi todo el año con mayor concentración en primavera-verano. Las pupas también se presentan a lo largo del año pero con tendencia a concentrarse en otoño (Fig. 15).

FIG. 12 **BACCHARIS SALICIFOLIA. Tallas de cecidias tipo Bolsa y Cupular**

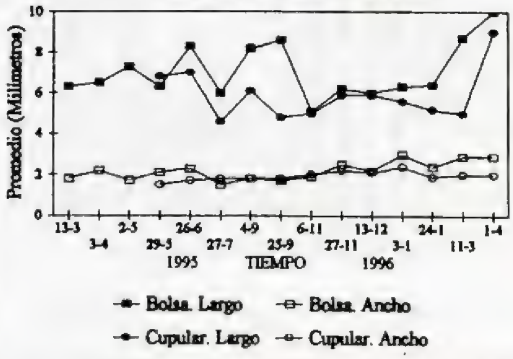


FIG. 13 **BACCHARIS SALICIFOLIA. Cecidia tipo Bolsa. Huésped y Parasitoide**

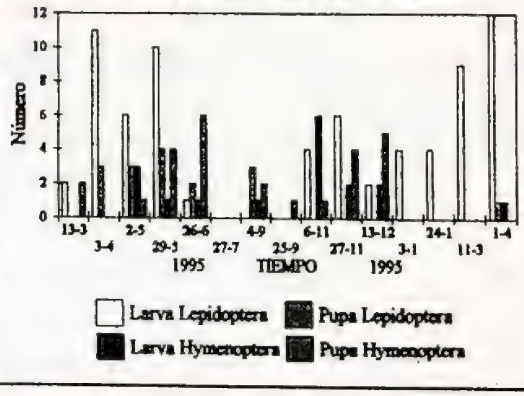


FIG. 14 **BACCHARIS SALICIFOLIA. Cecidia tipo Cupular. Número y cambio de color**

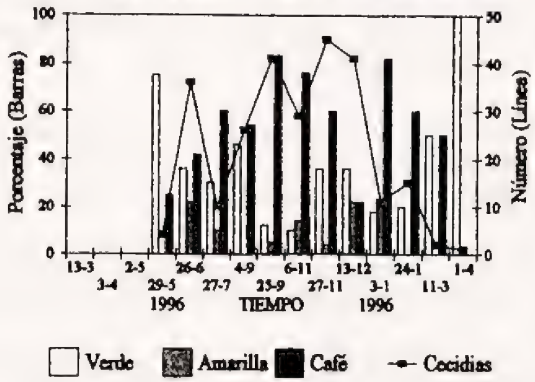
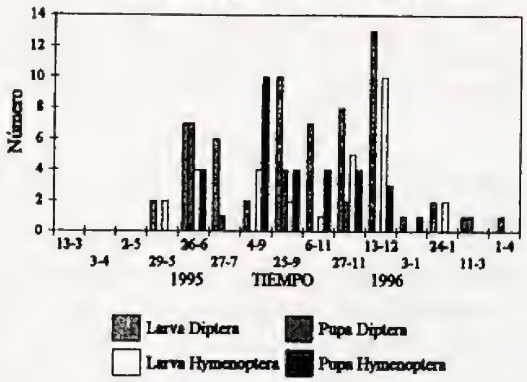


FIG. 15 **BACCHARIS SALICIFOLIA. Cecidia tipo Cupular. Huésped y Parasitoide**



De acuerdo a Gagné (1994) se trataría de una especie del género **Geraldesia**. El himenóptero parasitoide se desarrolla asociado a todo el ciclo del huésped (Fig. 15), provocando una mortalidad de un 43,2%.

Este tipo de pleurocecidia de tipo lisenquimático se asocia al N° 1206 de Houard (1933), descrita para Argentina, esencialmente por ser cecidómido el huésped de ambos casos, aunque la descripción es extremadamente escueta.

CONCLUSIONES

Como resultado de la presente investigación se lograron reconocer, para **Baccharis salicifolia**, 6 tipos diferentes de cecidias. Dos de ellos en ramas : **Huso** y **Yema**, y cuatro en hojas: **Verruga**, **Vaina**, **Bolsa** y **Cupular**. De ellas solamente era conocida para Chile una cecidia (Núñez y Sáiz 1994), la que corresponde a la foliar tipo **Vaina** de este trabajo, al igual que una de Argentina. La cecidia de rama tipo **Huso** es nueva para la especie. Los cuatro restantes se asocian a descripciones de cecidias hechas para Argentina (Houard 1933).

Para todas las cecidias aquí tratadas se agrega información sobre sus respectivas cecidiagénesis y sobre el ciclo de desarrollo de sus huéspedes y parasitoides, las que se analizan n relación a la fenología de la planta hospedera.

La relación entre órganos afectados y huéspedes inductores se presenta en el siguiente cuadro, en que se actualizan, en lo posible, los nombres de los huéspedes.

Tipo de Cecidia	Organo Afectado	Huéspedes		Nuevo para	
		Orden	Especie	Especie	Chile
Huso	Rama	Lepidoptera	Indeterminada	SI	SI
Yema	Rama	Diptera	**Baccharomyia ornaticornis** (Cecidomyiidae)	NO	SI
Verruga	Hoja	Acari	**Eriophyes baccharidis** (Eriophyidae)	NO	SI
Vaina	Hoja	Hemiptera	**Trioza** sp. (Psylloidea)	NO	NO
Bolsa	Hoja	Lepidoptera	No determinado	NO	SI
Cupular	Hoja	Diptera	**Geraldesia** sp (Cecidomyiidae)	NO	SI

La principal causa de mortalidad de los agentes inductores, son los micro himenópteros parasitoides que atacan casi a la totalidad de los cecidias detectados, a excepción del de hoja tipo **Verruga**, en que no detectó su presencia.

REFERENCIAS

ALJARO M.E., D. FRIAS & G. MONTENEGRO. 1984. Life cycle of **Rachiptera limbata** (Diptera, Tephritidae) and its relationship with **Baccharis linearis** (Compositae). Rev. Chil. Hist.Nat., 57 (2): 123-129.

ANANTHAKRISHNAN, T.N. 1984. Biology of Gall Insects. Oxford & I.B.H. Publishing Co. 362 pp.

BARNES, R.D. 1989. Zoología de los Invertebrados. Nueva Editorial Interamericana McGraw-Hill. Mexico. 957 pp.

BURCKHARDT, D. 1988. Jumping plant lice (Homoptera: Psylloidea) of the temperate neotropical region. Part 3: Calophyidae and Triozidae. Zoological Journal of the Linnean Society, 92: 115-191.

BURCKHARDT, D. 1994. Generic key to chilean jumping plant-lice (Homoptera: Psylloidea) with inclusion of potential exotic pests. Rev.Chilena Ent., 21: 57-67.

CARTAGENA, A. & J. SOLERVICENS. 1981. Biología de **Orsotricha venosa** (Butler, 1883) (Lepidoptera: Gelechiidae). Bol. Mus. Nac. Hist. Nat., Chile, 38: 111-112.

FERNANDES, G., M. CARNEIRO, A. LARA, L. ALLAIN, G. ANDRADE, G. JULIAO, T. REIS & I. SILVA. 1996. Galling insects on neotropical sspecies of **Baccharis** (Asteraceae). Tropical Zoology, 9: 315-332.

GAGNE, R. 1994. The gall midges of the neotropical Region. Cornell University Press, 352 pp.

HELLWIG, F.H. 1990. Die gattung **Baccharis** L. (Compositae= Asteraceae) in Chile. Mitt. Bot. Staatssammml. München 29. 456 pp.

HOUARD, C. 1933. Les zoocecidies des plantes de l'Amérique du Sud et de l'Amerique Centrale. Lib. Scientifique Hermann et Cie. Paris, 519 pp.

KIEFFER, J. 1903. Descriptions des Cécidomyies nouvelles du Chili. Rev. Chil. Hist. Nat., 7: 226-228.

MANI, M.S. 1964. Ecology of Plant Galls. Dr. W. Junk Publishers- The Hague. Holanda. 434 pp.

MARTICORENA, C. & M. QUEZADA. 1985. Catálogo de la flora vascular de Chile. Gayana, 42 (1-2): 1-157.

MEYER, J. & H. MARESQUELLE. 1983. Anatomie des Galles. Gebrüder Borntraeger. Alemania. 662 pp.

NAVAS, E. 1976. Flora de la Cuenca de Santiago de Chile. Ed. Universitaria S.A., Chile, Tomo III, 1068 pp.

NUÑEZ, C. & F. SAIZ. 1994. Cecidias en vegetación autóctona de Chile de clima mediterráneo. An. Mus. Hist. Nat. Valparaíso, 22: 57-80.

PORTER, C.E. 1929. Nota acerca de un díptero chileno productor de agallas. Rev. Chil. Hist. Nat., 33: 212-214.

STUARDO, C. 1929. Notas entomológicas. Observaciones sobre las agallas blancas de**Baccharis rosmarinifolia** Hook y el díptero que las produce. Rev. Chil. Hist. Nat., 33: 345-350.

SOBRE EL COMPLEJO DE CECIDIOS DE *COLLIGUAJA ODORIFERA* MOL. (EUPHORBIACEAE).

FRANCISCO SÁIZ, ANDREA MORALES & MARISOL OLIVARES[1]

ABSTRACT

The study was conducted in the National Park La Campana, at Ocoa, throughout an annual cycle.

Seven different kind of cecidia were detected in twigs, leaves and flowers of **Colliguaja odorifera** Mol, three of which had not been described for Chile. The description of cecidia considered: size, phenology of development, relation between plant phenology and cecidia development, gall-makers and parasitoids, etc.

Diptera Cecidomyiidae were the gall-makers of most cecidia: male and female flowers, twigs cecidia (spindle-shaped, goblet-shaped) and leaves cecidia (in nervure). One was induced by Lepidoptera (pouch-shaped in leaves) and a second one by Eriophyidae (wart-shaped in leaves).

The development of cecidia in flowers and twigs was comprised of the following common stages: at the beginning of cecidia development the tissues were soft and turgid (activity of Cecidomyiidae); later on the tissues became lignify under the presence of parasitoids. Actually this cecidia represents a complex array of relationships between gall-makers and parasitoids: **Riveraella colliguayae, Promikiola rubra, Riveraella sp, Exurus collyguayae**, **Torymus laetus**, and other Hymenoptera. A schema of this relationships is proposed.

Key words: Leaf, Flowers and Twig Cecidia, Gall-makers, **Colliguaja odorifera**, Chile.

INTRODUCCION

Las Euphorbiaceae tienen una importancia relativamente baja como hospederos de cecidios. Por ejemplo, para Centro y Sudamérica representan el 3.7% de los 1 341 cecidios descritos, precedidas por Leguminosae (14.4%), Asteraceae (12.7%), Melastomaceae (6.8%), Myrtaceae (4.8%), Solanaceae (4.1%) y Bureseraceae (3.9%) (Houard 1933). Es a destacar que el 9% de los cecidios descritos no tienen especie vegetal definida.

Según el mismo autor, los 48 cecidios de Euphorbiaceae se distribuyen en 18 géneros, tres de los cuales están presentes en Chile (**Croton**, **Colliguaja** y **Euphorbia**):

Las Euphorbiacea chilenas incluyen 9 géneros y 44 especies, 29 de las cuales corresponden a **Euphorbia**. **Colliguaja** incluiría 4 especies (Marticorena y Quezada 1985, sinonimia según Navas 1976):

C. odorifera Mol.
Croton colliguay Mol.
Colliguaya triquetra Gill. et Hook.
C. dombeyana A.H.L. Just.
C. integerrima Gill. et Hook
C. salicifolia Gill. et Hook

Houard (1933) cita 3 cecidios de Euphorbiaceae para Chile, todos en **Colliguaja odorifera**: 2 en flor masculina y 1 en rama. También menciona, para Argentina, uno de hoja en **C. integerrima**, el que posiblemente se encuentre en Chile.

Núñez y Sáiz (1994) agregan un cecidio de flor femenina y uno derivado del botón vegetativo (también citado en Martínez et al 1992), a la vez que plantean dudas sobre las descripciones antiguas y hacen presente que los dos cecidios descritos para flor masculina (Houard 1933)

[1] Laboratorio de Ecología, Universidad Católica de Valparaíso, Casilla 4059, Fax:(32) 212746. Valparaíso, Chile. E-mail: fsaiz@ucv.cl

corresponden a uno solo.

El estudio cecidiológico en **C. odorifera** se inicia con Philippi (1873), quien describe un cecidio de flor masculina indicando como agente a **Exurus colliguayae** (Hymenoptera). También describe otro himenóptero, **Misocampus laetus,** dando origen a una larga controversia por la identificación del agente cecidiógeno. Kieffer (1903), basándose en la descripción original, sostiene que las larvas descritas son de cecidómido (Diptera) y que el himenóptero sería un parasitoide. En 1905, Kieffer y Herbst describen dos cecidómidos como causantes de dicho cecidio: **Riveraella colliguayae** en aquéllos con muchas larvas pequeñas y **Promikiola rubra** en aquéllos con una sola larva, según su propia expresión. No hacen mención a himenópteros.

Gahan (1925) redescribe los himenópteros señalados por Philippi, estableciendo las siguientes nuevas combinaciones:

Syntomaspis laetus (Phil.)
Misocampus laetus Phil.
Torymus laetus (Phil.) Dalla Torre

Tetrastichus colliguayae (Phil.)
Exurus colliguayae Phil.
Trichoporus colliguayae (Phil) Ashmead

Herbst (1925) sustenta el planteamiento de Kieffer (1903) y, en 1926, Brèthes mantiene el nombre de **Syntomaspis laetus** (Phil), describiendo la especie con mayor detalle.

Porter (1926 a y b) ratifica a **Tetrastichus colliguayae** (Phil.), considerándolo parasitoide de un díptero o lepidóptero desconocido. En 1928 (a y b), Porter revisa lo conocido a la fecha y ratifica la presencia de ambas especies. Oyarzún (1928) informa haber logrado ejemplares de un cecidómido en cecidios que denomina «blandos», mientras que de los «duros» obtiene himenópteros, pero considera ambos cecidios como diferentes.

Ebel (1924 y 1928) redescribe el adulto de **Syntomaspis laetus**, dudando que **Exurus colliguayae** sea el agente formador. Lo más interesante es su planteamiento de que **Exurus** sería parasitoide del agente causal y **Syntomaspis** parasitoide de **Exurus**. Drathen (1954) suscribe la posición de himenópteros cecidiogénicos.

Finalmente, Martínez et al (1992) insisten en este mismo planteamiento, denominando a las especies como **Exurus colliguayae** y **Torymus laetus**.

En síntesis la historia de las nominaciones de los himenópteros del cecidio de la flor masculina es la siguiente:

	Especies	Fuente
1873	**Exurus colliguayae** Phil	
1925	Trichoporus colliguayae (Phil.) Ashm.	Gahan
1925	Tetrastichus colliguayae (Phil.)	Gahan
1926-8	Tetrastichus colliguayae (Phil.)	Porter
1928	Exurus colliguayae Phil.	Ebel
1954	Tetrastichus colliguayae (Phil.)	Drathen
1992	Exurus colliguayae Phil.	Martínez et al
1873	**Misocampus laetus** Phil.	
1925	Torymus laetus (Phil.) Dalla Torre	Gahan
1925	Syntomaspis laetus (Phil.)	Gahan
1926	Syntomaspis laetus (Phil.)	Brèthes
1926-8	Syntomaspis laetus (Phil.)	Porter
1928	Syntomaspis laetus (Phil.)	Ebel
1954	Syntomaspis laetus (Phil.)	Drathen
1992	Torymus laetus (Phil.)	Martínez et al

Del análisis de la literatura precedente derivan algunas interrogantes como la validez de las descripciones de cecidios hechas en base a poco material, generalmente herborizado; la identificación imprecisa de los agentes cecidiógenos, parasitoides y comensales; el encaje del desarrollo del huésped y la fenología del hospedero, etc. Además, el endemismo de **C. odorifera**, la alta diversidad de cecidios en ella desarrollados y el afectar, algunos, a un órgano muy particular, las flores, justifican su estudio.

Como objetivos específicos para este trabajo hemos considerado los siguientes:

1.- Identificación y caracterización morfológica del complejo de cecidios desarrollados en **C. odorifera**.
2.- Establecer las relaciones existentes entre las fases de la cecidiogénesis y del desarrollo de huéspedes y parasitoides con la fenología del hospedero.
3.- Intentar caracterizar funcionalmente al elenco de organismos desarrollados en relación al complejo de cecidios de **C. odorifera** (huéspedes, parasitoides, predadores, comensales, etc)

MATERIAL Y METODO

El estudio se realizó en el Sector Palmas de Ocoa del Parque Nacional La Campana, V Región, entre mayo de 1994 y junio de 1995, con la siguiente secuencia de muestreos:

02-05-94	29-08-94	21-11-94	03-04-95
30-05-94	12-09-9	12-12-94	02-05-95
27-06-94	26-09-94	28-12-94	29-05-95
12-07-94	10-10-94	19-01-95	26-06-95
16-08-94	31-10-94	13-03-95	

La fenología del hospedero se evaluó a través del seguimiento de 15 ejemplares de **C. odorifera**, los que fueron caracterizados al inicio de la investigación en cuanto a talla, cobertura, número de ramas y grosor de la principal, vegetación asociada y grado de intervención.

Periódicamente se evaluaron en ellos las siguientes fenofases (% de cobertura) y subfenofases (% de la fenofase):

Botón:	iniciales, desarrollados
Flor masculina:	abiertas, secas
Flor femenina:	abiertas, secas
Fruto:	iniciales, verdes, café, dehiscentes
Hoja:	iniciales, desarrolladas, secas

En esos mismos arbustos se controló la incidencia de los diferentes tipos de cecidios y, mediante marcaje, se obtuvo información sobre sus tasas de crecimiento.

Para la evaluación del desarrollo de los cecidios e insectos asociados, se colectó periódicamente una cantidad suficiente de ellos, de acuerdo a su presencia en terreno. La mayor parte del material se analizó inmediatamente de acuerdo a las siguientes variables:

a) Cecidios de hoja: N° por hoja, tamaño (mm), color (verde, rojo), estado (cerrado, abierto), tipo de organismo presente (Eriophyidae, Hymenoptera, Diptera, Lepidoptera, etc), condición de estado del organismo (larva, pupa, imago, exuvia).

b) Cecidios de rama: tipo de rama (nueva, año anterior, de más de un año), talla (largo, anchos basal y central), características del cecidio (abierto, cerrado), cavidades (N° y color), condición de estado de huéspedes y parasitoides (larva, pupa, imago, exuvia, parasitando o no, sistema de emergencia de adultos, comensales, etc).

c) Cecidios en flor: sexo de la flor, talla del cecidio (largo, ancho), cavidades (N°, verde, café), estado del cecidio (blando, lignificado, abierto, cerrado), condición de estado de los organismos (n°, larva, pupa, imago, exuvia, parasitando o no, sistema de emergencia del adulto, comensales, etc).

Todo el material biológico con posibilidades de continuar su desarrollo se guardó en frascos individuales para seguir su evolución posterior.

Finalmente, un porcentaje menor, especialmente de cecidios considerados en su fase terminal de maduración, se guardó directamente en frascos individuales con el fin de obtener huéspedes, parasitoides y predadores.

RESULTADOS Y DISCUSION

A.- CARACTERISTICAS CLIMATICAS.

El estudio se realizó bajo condiciones climáticas de sequía, ya que las precipitaciones del año de estudio (1994) fueron inferiores en más de un 30% a las de un año normal y sigue a otro año seco. Las lluvias de 1991 y 1992 exceden en más del 50% a las del año normal (Fig. 1).

B.- FENOLOGIA DE HOSPEDEROS.

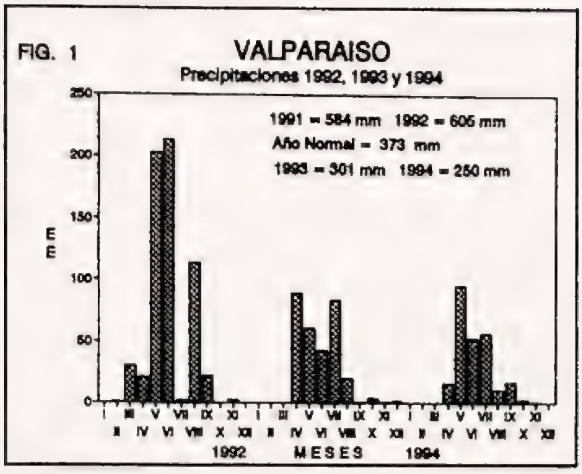
La caracterización general de los ejemplares de **C. odorifera** usados para determinar el modelo fenológico se presenta en la Tabla 1.

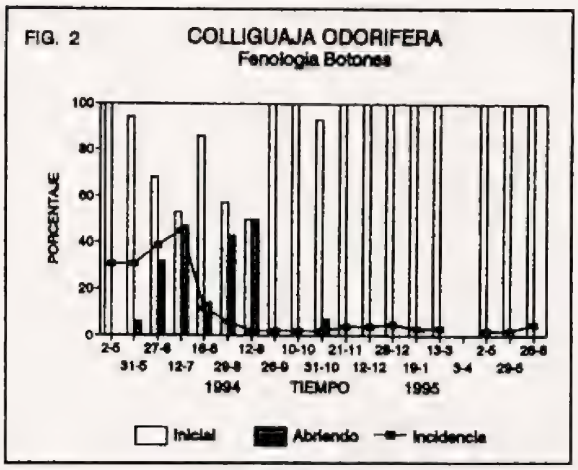
El modelo fenológico de **C. odorifera**, directamente relacionado con la investigación, comprende las siguientes fenofases básicas: botones: abril a septiembre (Fig.2); flores femeninas: agosto a septiembre inclusive (Fig.3); flores masculinas abiertas: agosto a noviembre (Fig.4); el desecamiento foliar y su disminución ocurre entre diciembre y mayo (Fig.5).

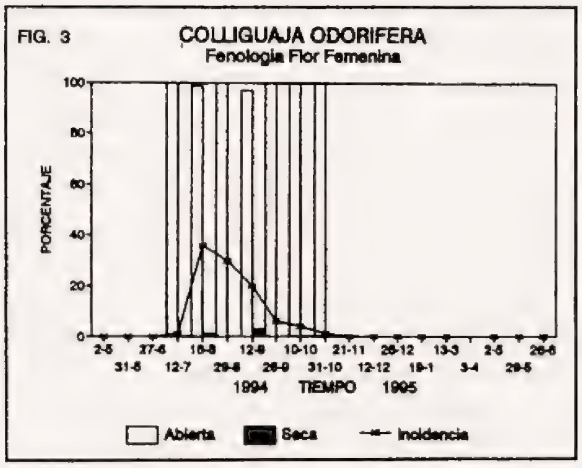
TABLA 1 ARQUITECTURA, ESPECIES ASOCIADAS Y GRADOS DE INTERVENCION ANTROPICA DE LOS EJEMPLARES ESTUDIADOS DE **C.ODORIFERA.**

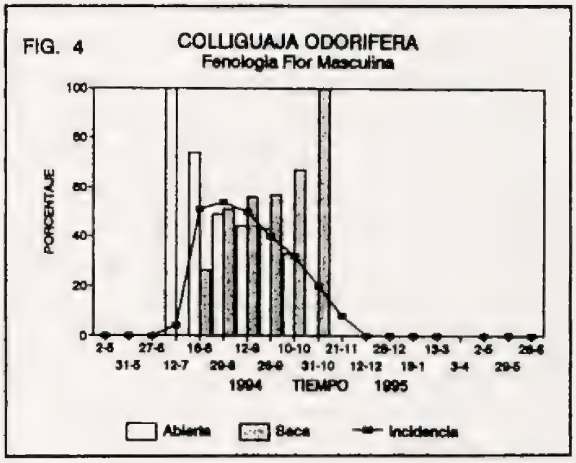
Sigla	Arquitectura(Cm)				Especies vegetales asociadas directamente y nivel de intervención antrópica		
	Alto	Copa	P	N			
1	230	650	9	23	SE, LC	Parciamente aislado	Alta
2	215	750	13	13	SP, LC,	Parcialmente aislado	Alta
3	160	500	9	6	AC, CO,		Alta
4	235	900	17	15	AC, LC, TT, CO	En vegetación densa	Baja
5	145	920	13	26	CO, LC,	Aislado	Media
6	225	930	18	5	CO, LC,		Media
7	218	720	15	14	LC, CO, AC,		Media
8	190	980	15	14	Aislado en espacio abierto		Alta
9	190	700	12	18	CO, LC, TT,		Media
10	225	960	14	14	EC, LC,		Baja
11	125	290	5	24	Aislado, cerca de CO		Baja
12	200	900	14	32	CO,		Baja
13	225	900	18	17	CO, ES, LC,		Baja
14	220	500	9	16	CO,		Alta
15	180	470	8	11	Aislado entre rocas, cerca CO		Alta

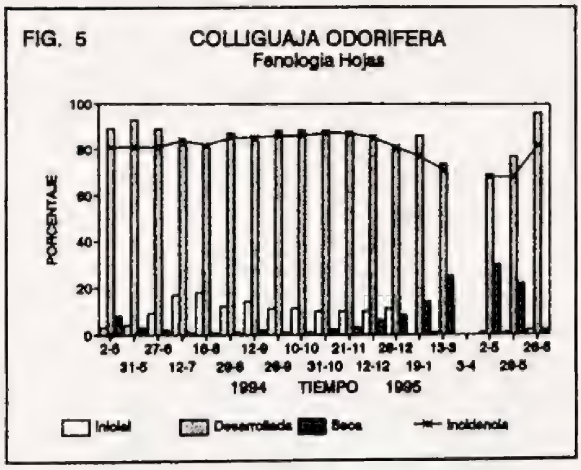
P: Perímetro rama mayor; N : N° de ramas; JC: Jubaea chilensis; AC: Acacia caven; LC: Lithrea caustica; ES: Eupathorium salvia; CO: Colliguaja odorifera; TT: Trevoa trinervis; SP: Schinus polygamus; EC: Echinopsis chilensis;











C.- DE LOS CECIDIOS EN GENERAL

Durante la investigación se detectaron 7 tipos de cecidios, de los cuales los tres de hoja no estaban descritos.

De Hoja: 1.- Nervadura 2.- Bolsa 3.- Verruga
De Rama: 4.- Tipo Huso 5.- Tipo Copa
De Flor: 6.- Flor masculina 7.- Flor femenina

De los tres cecidios descritos en Houard (1933) solamente se aceptan dos: el cecidio de rama fusiforme y uno de los dos de flor masculina. Previamente habían sido descritos, en forma general, el de flor femenina (Núñez y Sáiz 1994) y el tipo Copa (Núñez y Sáiz 1994 y Martínez et al 1992).

El total del material estudiado se desglosa así:

Hoja		Rama		Flor	
Tipo Verruga	1.888	Tipo Huso	476	Femenina	36
Tipo Bolsa	190	Tipo Copa	405	Masculina	591
Tipo Nervadura	33				
Total	2.111		881		628

D.- CECIDIOS DE HOJA.

D.1.- Tipo NERVADURA. Cecidio fusiforme, desarrollado en la faz superior de la hoja en relación directa con la nervadura central, dispuesto en su misma dirección y produciendo, en algunos casos, malformaciones foliares. Un cecidio por hoja. Externamente su superficie es lisa, con coloración verde o roja, aparentemente relacionada con su crecimiento. Internamente posee una cavidad de igual forma que el cecidio, de paredes gruesas, la que alberga una larva de díptero, la cual en su último estado adquiere color amarillo y presenta la espátula característica de Cecidomyidae; también son frecuentes los himenópteros parasitoides, los que al emerger dejan un orificio circular. El largo promedio es de 4,6 mm con máximo detectado de 7.3 mm.

Cecidio de fin de primavera y verano (Fig.6). De acuerdo a los datos de laboratorio su desarrollo empieza en agosto-septiembre, emergiendo parasitoides en julio del año siguiente. Larvas de díptero atacadas por larvas del parasitoide (Chalcidoidea) se encuentran desde el inicio del desarrollo de los cecidios, mientras que pupas de dípteros con parasitoides fueron detectadas en diciembre.

D.2.- Tipo BOLSA. Cecidio de la faz superior de la lámina foliar, subepidérmico, de ubicación preferentemente central, de forma alargada irregular; un cecidio por hoja, el que puede comprometer hasta el 80% de la superficie laminar. Exteriormente se presenta como una mancha café lisa, la que con el desarrollo del cecidio se transforma en una bolsa café de paredes delgadas, rugosa en el sector de la mancha inicial. La cavidad es de igual forma que el cecidio y muy poco profunda. El agente es un microlepidóptero, el que se encuentra como larvas pequeñas en los cecidios en forma de mancha café, mientras que en la forma de bolsa son larvas mayores o ya han desarrollado un capullo de pupación, blanco y fino, adosado a la parte superior de la cavidad. También se encuentran himenópteros parasitoides (Chalcidoidea) cuyo orificio de salida circular se ubica en los sectores más delgados del cecidio. Longitud promedio de 8.9 mm y máxima detectada de 24.5 mm.

Cecidios de verano-otoño (Fig. 6). De los 190 cecidios estudiados 137 fueron colectados en abril y mayo, coincidiendo con las tallas medias máximas (11.9 y 9.22 mm respectivamente). Los diferentes estados de desarrollo del parasitoide se encuentran desde marzo a junio.

Del análisis del contenido de los cecidios se calcula una mortalidad del huésped de 71.5% (cecidios cerrados: vacíos 6.8%, con fecas de lepidópteros 37.4%, larvas de lepidóptero secas 8.9%, estados de desarrollo de himenópteros 18.4%), con un éxito de sobrevida de 28.5% (cecidios abiertos y con fecas 21.6% y larvas vivas de lepidópteros 6.9%).

D.3.- Tipo VERRUGA. Cecidio de la cara superior de la lámina foliar, irregularmente coniforme, no produce malformaciones foliares mayores; superficie brillante y rugosa, con coloración verde o roja, aparentemente relacionada con su crecimiento. Interiormente presenta una sola cavidad central profunda, rodeada de paredes gruesas, la cual alberga numerosos ácaros (Eriophyidae) cuya coloración va de blanco a rojo según su estado de desarrollo.

También se detectan himenópteros parasitoides (Chalcidoidea). La apertura del cecidio maduro se hace en forma de cruz por el ápice. Los parasitoides emergen por orificio circular característico. Normalmente se encuentran varios cecidios por lámina foliar, cubriendola casi completamente en algunos casos. El tamaño promedio es de 1,1 mm y el máximo de 3.5 mm. Valores sobre 2.2 mm son raros.

Cecidio abundante y constante durante el año. Su incremento a partir de septiembre (Fig. 6) se debe, por una parte, a un aumento real en los 2 ejemplares de colliguay con presencia constante de cecidios y por otra, a su aparecimiento en otros ejemplares (n= 5).

La mayor incidencia de cecidios por hoja ocurre en los meses de otoño, con bajas fluctuaciones de la talla promedio durante el período de estudio (Fig. 7).

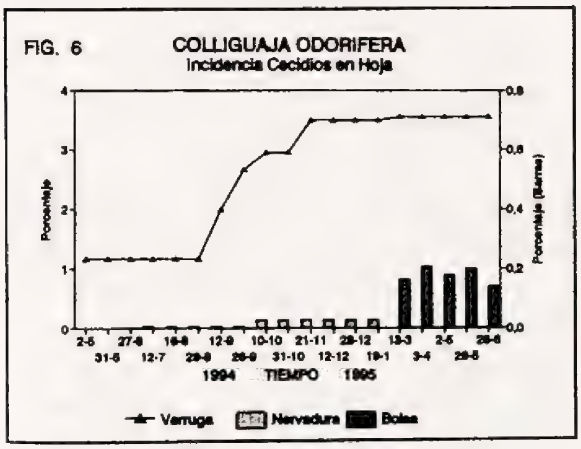
El paso de coloración verde a roja pareciera ser índice de maduración. El 100% de los verdes estaba cerrado, con un 42% de ellos vacíos; en cambio, de los rojos no más del 19% de los cerrados está vacío. Esto indicaría alta mortalidad en la fase inicial de la cecidiogénesis. La mortalidad por parasitoides es baja (no superior al 2.4% de ambas categorías de cecidios cerrados). El alto porcentaje de cecidios abiertos y vacíos sería índice de maduración de los huéspedes y no de mortalidad.

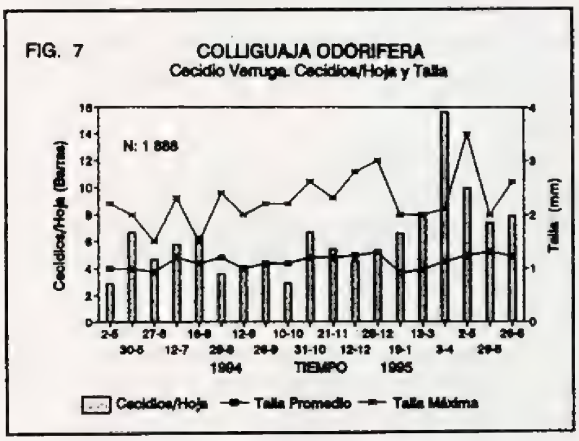
La relación huesped-parasitoide se expone en Fig. 8, en que se grafican porcentualmente: cecidios vacíos, con ácaros solamente, sólo con el parasitoide y, finalmente, la combinación huésped-parasitoide.

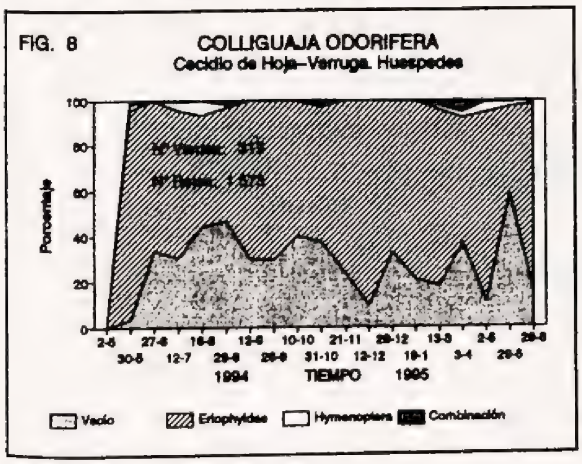
Para el análisis del desarrollo de los Eriophyidae se establecieron las siguientes categorías:

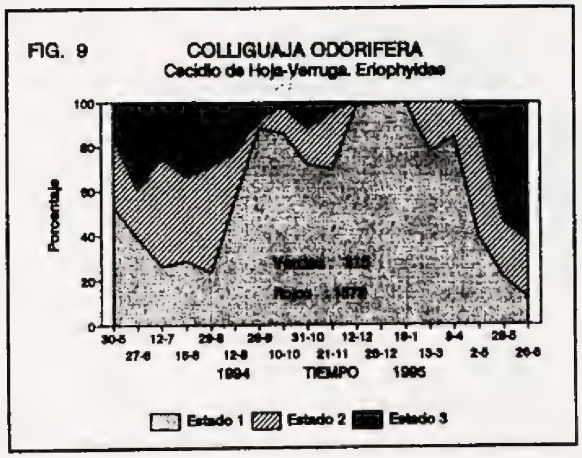
Estado 1: pequeños, blancos
Estado 2: medianos, rosados
Estado 3: grandes, rojos

Los ácaros están presentes todo el año. Su ciclo se iniciaría a principios de primavera, con máxima expresión en verano (100% en Estado 1) (Fig. 9). Los parasitoides se presentan básicamente en otoño (Fig. 8). Su aparecimiento es coincidente con los estados de mayor desarrollo del huésped (Estado 3).









E.- CECIDIOS DESARROLLADOS EN LAS RAMAS.

En este acápite se considerarán tanto los cecidios desarrollados en el interior de la rama (« Tipo Huso») como los derivados del botón vegetativo («Tipo Copa»).

En los mismos ejemplares en que se analizó la fenología del colliguay, se estudió el desarrollo temporal de ambos cecidios de rama (Tabla 2). Los de Tipo Huso se hicieron conspicuos a partir del mes de octubre, mientras que los de Tipo Copa se inician en junio, muestran su máxima presencia en septiembre y tienden a desaparecer, por maduración y caída, hacia enero.

TABLA 2 DISTRIBUCION TEMPORAL DE LA PRESENCIA DE CECIDIOS DE RAMA EN **COLLIGUAJA ODORIFERA**.

Fecha	Huso	Copa	Fecha	Huso	Copa
02-05-94	0	0	21-11-94	10	105
30-05-94	0	0	12-12-94	15	105
27-06-94	0	54	28-12-94	15	56
12-07-94	0	93	19-01-95	15	21
16-08-94	0	144	13-03-95	15	9
29-08-94	0	144	03-04-95	15	9
12-09-94	0	216	02-05-95	15	9
26-09-94	0	231	29-05-95	15	9
10-10-94	10	176	26-06-95	15	20
31-10-94	10	171			

En laboratorio se estudió un total de 476 cecidios Tipo Huso y 405 Tipo Copa. Su distribución porcentual según edad de la rama de la cual fueron colectados es la siguiente:

Tipo Huso	Tipo	Copa
Rama nueva	0.4	61.7
Del año anterior	78.4	26.7
De más de un año	21.2	11.6

De la información expuesta deriva que el desarrollo del cecidio Tipo Huso demora más de un año en su formación (Fig. 10), siendo detectable exteriormente después del primer período vegetativo de la planta posterior a la acción inicial del agente. En cambio, el Tipo Copa es anual y en relación directa con el desarrollo del botón vegetativo en ramas nuevas (Tabla 2 y Fig. 13).

E.1.- Cecidio Tipo Huso.

Cecidio fusiforme, pasando, en su desarrollo, de un simple abultamiento blando a un huso duro, de paredes gruesas. La longitud máxima detectada es de 27.9 mm y la anchura máxima de 11.6 mm. Interiormente presenta de 1 a 3 cavidades, de posición lateral o central, las que ocupan parcial o casi totalmente el cecidio; su color va de verde a café en la medida que el cecidio crece y envejece la rama en que se desarrolla, según se desprende de los siguientes datos y Fig. 12:

Edad Rama	Cavidad		Huesped	Cavidades %	
				Número	Posición
nueva (n=1)	100%	verdes	Larva pequeña		
año anterior (n=374)	60% 40%	verdes café	Larva mediana y pupa Pupa y adulto	1 91.0 2 8.6 3 0.4	Lateral 48 Central 52º
más de 1 año (n=101)	5% 95%	verdes café	Larva grande y pupa Adulto o abierta		

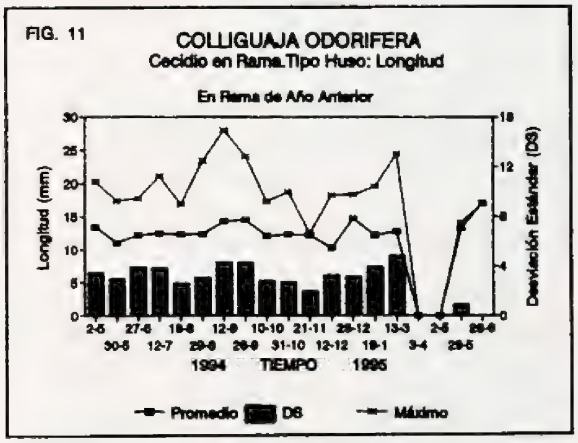
El agente causal es un díptero cecidómido (**Riveraella** sp según Kieffer y Herbst 1905). A él se asocian himenópteros parasitoides (Chalcidoidea), a veces numerosos (más de 20 larvas). Mientras dura la presencia del cecidómido inductor el cecidio es blando y en pleno desarrollo, adquiriendo volumen final y dureza con la participación del parasitoide y con el envejecimiento de la rama. La exuvia pupal del díptero habitualmente queda parcialmente retenida en el orificio de salida, el que es circular.

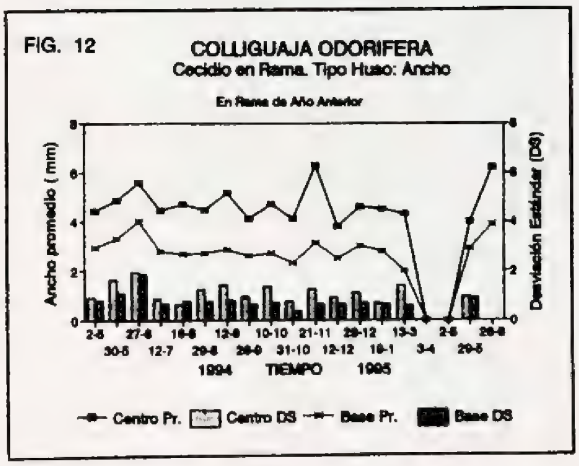
La no detección de cecidios en ramas nuevas (solamente un ejemplar) confirma la idea de un desarrollo críptico durante los primeros meses, siendo visibles al siguiente período vegetativo del colliguay (Tabla 2 y Fig. 10); situación ratificada con los valores promedios de las tallas (largo, base y centro, Figs 11 y 12), los que ya son altos al inicio de la investigación. De los cecidios controlados en terreno entre 30/5-94 y 12/12-94, en ramas del año anterior, se detecta crecimiento en los meses de agosto y septiembre, del orden del 10 al 40%, y coincidente con las mayores tallas máximas (Fig. 11).

Finalmente, la distribución temporal de los insectos asociados al desarrollo de este tipo de cecidio se expone en Tabla 3. Esta información deriva directamente de la apertura de los cecidios. Larvas terminales y pupas, mantenidas en frascos individuales, posteriormente dan origen a pupas e imagos respectivamente.

De ellos, el cecidómido es el agente inductor, el cual sería atacado fundamentalmente por el parasitoide **Exurus colliguayae** (Eulophidae) y, complementariamente por el Chalcidoidea sp. 4 (Ver esquema en Conclusiones). Es muy común la presencia de larvas de **Exurus** junto a restos de larvas de díptero, siendo indicador indiscutible de ello la presencia de la espátula de la larva del cecidómido en el interior del cecidio, información igualmente válida para los cecidios de «Copa» y de Flores Masculina y Femenina. Así se explica la baja cantidad de larvas de díptero detectadas (Tabla 3). Por otra parte, para detectar en forma abundante las larvas del cecidómido deben estudiarse los cecidios incipientes.

Sobre **Exurus** actuaría **Torymus laetus** (Torymidae) como hiperparasitoide. Un hiperparasitoide secundario sería el Braconidae sp 1 (Det. H. Toro), el que cumpliría funciones similares a **Torymus laetus**. El coleóptero (Cleridae) es un predador de estados avanzados en el desarrollo del cecidio. También se detectó una pupa de lepidóptero. Ocasinalmente se detectó un Anobiidae.





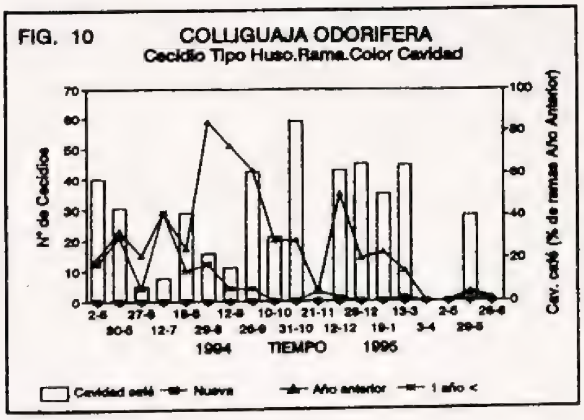


TABLA 3 DISTRIBUCION TEMPORAL DE INSECTOS ASOCIADOS A CECIDIOS DE RAMA TIPO HUSO EN **COLLIGUAJA ODORIFERA**.

1994 /1995	Cecidomyiidae			Exurus			Torymus			Chalcidoidae sp 4			Braconidae sp 1			Cleridae		
	L	P	I	L	P	I	L	P	I	L	P	I	L	P	I	L	P	I
02-05				32		1	2											
30-05				50	20	2	5			8	2	1				1		
27-06	5			40	3	1	1			8	1	1	1	1		2		
12-07	6	2		82	5	2	8	2	1	9			2		1			
16-08	1			30	1		5	1										
29-08	3	3		209	99	12	6			1		1	2		2	1		
12-09	5			160	95	9	3			3						5		
26-09	6			30	12	3	1	1	1	8	3	2			1	4		
10-10	3			45	3	4	2									1		
31-10				11	3	2	2								1	1		
21-11	1						1									1		
12-12	2			105		2		1	2							2		
28-12	1			30			2											
19-01	3			20			1											
13-03				10			1									1		
03-04																		
02-05																		
29-05							1											
26-06																		

L: larva; P: pupa; I: Imago;

E.2.- Cecidio Tipo Copa.

Cecidio derivado del botón vegetativo. Su aspecto es globoso, con dos prolongaciones apicales que le dan un cierto aspecto de «copa». No siempre el alto es mayor que el ancho. La altura máxima detectada es de 9.0 mm y el ancho máximo de 8.0 mm. Muy frecuentemente presenta inicios de desarrollos foliares en su superfice, la cual es lisa y puede ser verde, roja, café o con combinaciones de esos colores. Internamente presenta 1 a 7 cavidades, de paredes gruesas, de superficie lisa y color verde o café según estado de desarrollo, el que también va asociado con la edad de la rama. Mientras dura la presencia del cecidómido inductor el cecidio es blando y en desarrollo, adquiriendo volumen y final y dureza con la participación del parasitoide, situación explicable por desaparición de la acción cecidiogénica del huésped. Una larva del huésped por cavidad. El adulto emerge por orificio circular, generalmente apical, en el que queda retenida la exuvia pupal, quedando expuesta su mitad anterior.

En el material estudiado (n= 405) los valores de los parámetros referentes a las cavidades del cecidio son:

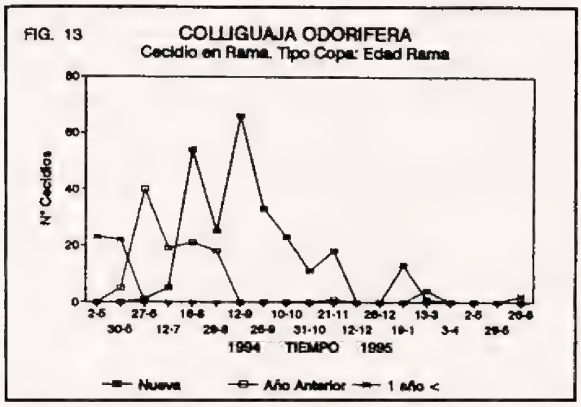
Cavidades					
Número				Color	
1	59.5%	4	2.0%	Verde	53.1%
2	28.9%	5	0.7%	Café	46.9%
3	8.6%	6	0.3%		

Como se ha mencionado, es un cecidio anual (Tabla 2 y Fig. 13), por lo que no se encuentran en las ramas del año anterior o más viejas, salvo en forma excepcional y como cecidios secos y abiertos. Ocasionalmente se encuentra este tipo de cecidio sobre los cecidios Tipo Huso.

La diversidad de la coloración del cecidio no aparece como una secuencia clara de maduración (Fig.14). Más bien debe pensarse en dos colores básicos independientes (verde y rojo) con tendencia al café al madurar y lignificarse el cecidio. ¿ Posible efecto de la intensidad de la insolación debido a su posición en el arbusto?.

La evolución de los tamaños (promedios y máximos de largo y ancho) se exponen en Figs. 15 y 16. En material controlado en terreno entre el 30-5-94 y el 10/10-94 (no incluído en tablas y figuras), se detectó crecimiento de los cecidios en los meses de junio y julio con incrementos muy variables tanto en alto como en ancho (10 a 103%)

En cuanto a la distribución temporal de los insectos asociados a este tipo de cecidio (información derivada directamente de la apertura de los cecidios) se expone en la Tabla 4.



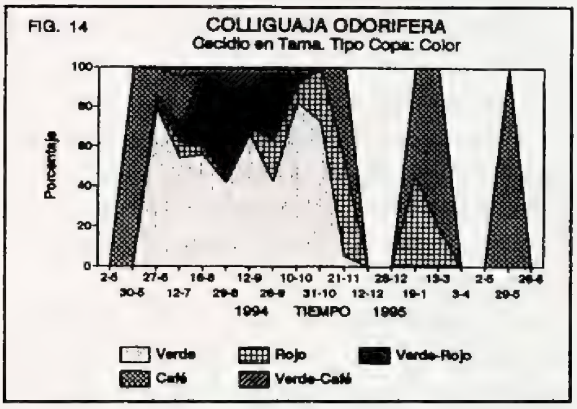


TABLA 4 DISTRIBUCION TEMPORAL DE INSECTOS ASOCIADOS A CECIDIOS DE RAMA TIPO COPA EN **COLLIGUAJA ODORIFERA**.

1994	Cecidommyiidae			Exurus colliguayae			Torymus laetus			Braconidae sp 1			Chalcidoidea sp 7			Cleridae		
/1995	L	P	I	L	P	I	L	P	I	L	P	I	L	P	I	L	P	I
02-05					*		2							1				
30-05					*	*	1		2									
27-06	10	2		*			1		1						1			
12-07	11	1		*	*		1				1							
16-08	40	4		*	*		1				5	1		5				
29-08	25	6		*		*				1	5	1		3				
12-09	8	7	1	*	*	*				2	8	2		5	1	5		
26-09	8			*			3	1			2	2		2		1		1
10-10	1			*	*			1			6					2		
31-10	1			*			1											
21-11				*			1		6									
12-12																		
28-12																		
19-01				*			6									1		
13-03				*			3		2									
03-04																		
02-05																		
29-05																		
26-06																		

L: larva; P: Pupa; I: Imago; *: varios a muchos ejemplares

Al igual que para los cecidios del tipo «Huso» el cecidómido es el inductor, el cual sería atacado por **Exurus colliguayae** y complementariamente por el Chalcidoidea sp. 4 (Ver esquema en Conclusiones). Es muy frecuente la presencia de larvas de **Exurus** junto a restos de larvas de díptero, siendo indicador indiscutible de ello la presencia de la espátula de la larva del cecidómido en el interior del cecidio, como ya se ha indicado para los de rama tipo Huso. Así se explica la baja cantidad de larvas de díptero detectadas (Tabla 4). Por otra parte, para detectar en forma abundante las larvas del cecidómido deben estudiarse los cecidios incipientes.

Sobre ellos actuarían el Braconidae sp 1 (Ver esquema en Conclusiones) y, especialmente, **Torymus laetus** en calidad de hiperparasitoides. El coleóptero (Cleridae) sería un predador de estados avanzados de desarrollo del cecidio.

En consecuencia, se rechaza el planteamiento de que los cecidios son formados por himenópteros (Martínez et al 1992).

F.- CECIDIOS EN FLOR.

F.1.- Flor femenina.

Cecidio derivado del botón floral femenino y que mantiene el aspecto del fruto, desarrollando hasta tres cavidades ovoides independientes de acuerdo a las divisiones del fruto. Superficie externa lisa, verde, la que pasa a café al madurar. Son difíciles de detectar, tanto por ser escasos como por confundirse, en forma y color, con el desarrollo inicial del fruto.

Están presentes de abril a septiembre y pasan de blandos a duros en la medida que se desarrollan los parasitoides, por las razones ya explicadas en los dos cecidios precedentes. Los cecidios viejos se encontraron al inicio y fin del período de estudio.

Se logró detectar 36 cecidios, de los cuales solo 3 corresponden a cecidios viejos.

Los antecedentes temporales referentes al tamaño se exponen a continuación:

Tamaño: mm	02-5-94	30-5-94	27-6-94	12-7-94	16-8-94	29-8-94
Largo Promedio	11.4	3.3	6.9	6.6	6.7	13.2
DS	2.6	0.54	1.6	2.2	3.4	6.8
Largo Máximo	13.5	4.2	8.4	11.0	13.2	18.0
Ancho Promedio	11.3	1.5	3.3	3.7	5.7	11.0
DS	2.8	0.31	0.96	0.85	2.71	1.41
Ancho Máximo	13.2	1.5	4.0	4.5	11.0	12.0

Las cavidades son preferentemente de 1 por cecidio (15), ocasionalmente de 2 (4) o 3 (1), máximo asociable a las 3 cavidades del fruto. En 16 casos no se había gestado aún la cavidad, no detectándose con precisión un huésped.

El agente causal es un cecidómido, al que acompañan dos o tres parasitoides, probablemente todos ellos son los mismos del cecidio de la Flor Masculina. Los valores máximos de tamaño detectados son: 18 mm de alto y 13,2 mm de ancho.

Los insectos asociados a los 20 cecidios en que se encontró huéspedes o parasitoides entregan la siguiente información:

	Cecidios	Cavidades	Número		Chalcidoidea
			Diptera	Exurus	
Cecidomyiidae, larva	1	2	2		
Resto larva de Cecidomyiidae con larvas de Exurus	9	13	13	Muchas	
Exurus larvas	6	7		Muchas	
Exurus imagos	1	1		Varios	
Larvas de Exurus con larva pequeña de Coleoptera	1	1		Varias	
Pupa Hymenoptera Café	1	1			1
Larva Torymus	1	1			1

F.2.- Flor Masculina.

Hinchazón del ráquis del amento masculino, ovoide a esférico, presentando flores atrofiadas en su exterior, más o menos distanciadas según el estado de desarrollo. Interiormente con una o varias cavidades irregulares, de paredes gruesas, inicialmente carnosas y luego duras y lignificadas. Agente cecidiógeno: dos especies de cecidómidos (**Promikiola rubra** Kieffer y Herbst y **Riveraella colliguayae** Kieffer y Herbst), con una larva por cavidad. Ambas especies son citadas como formando el mismo tipo de cecidio (Gagné 1994). Parasitoides: **Torymus laetus** (Phil.), **Exurus colliguayae** Phil, y otros himenópteros. Los valores máximos de tamaño detectados son: 39.2 mm de largo y 20 mm de ancho. La evolución de los tamaños (valores promedios con sus desviaciones estándares y máximos del largo y ancho) se exponen en Figs. 17 y 18.

En total se estudian 591 cecidios, con la siguiente distribución del número de cavidades por cecidio:

Cavidades	1.....	80.4%
	2.....	13.5%
	3.....	5.1%
	4.....	0.8%
	5.....	0.2%

Los cecidios son anuales, persistiendo un escaso número de ellos más allá del año y bajo la forma de estructuras muy lignificadas, generalmente con orificios de salida del parasitoide. La lignificación del cecidio estaría directamente relacionada con la presencia y desarrollo de los parasitoides e hiperparasitoides, como ya se ha discutido previamente. El período de presencia de los cecidios nuevos se extiende básicamente entre junio y diciembre, ocurriendo su apertura entre diciembre y marzo (Figs. 19). Las aperturas de verano son imputables a parasitoides (cecidios viejos), mientras que las de junio, julio y agosto más bien corresponden a cecidómidos (Fig. 20).

Desde el punto de vista del agente inductor se detecta nuevamente a dípteros cecidómidos como causantes (probablemente: **Riveraella colliguayae** y **Promikiola rubra**, situación que debe estudiarse para su confirmación) (Fig. 20), estando centrada su presencia en las fases iniciales del desarrollo de los cecidios, período durante el cual éstos permanecen blandos y crecen, sin indicios de lignificación. Los primeros estados larvales de los dípteros son poco detectables en los cecidios incipientes debido a que hay uno por cavidad, a su pequeñísimo tamaño, a su color blanquecino y a la acción de parasitoides. Lo expuesto confirma lo planteado por Oyarzún (1928) según el cual se obtienen dípteros de los cecidios blandos (iniciales) e himenópteros de los cecidios duros (terminales).

Las larvas de los cecidómidos son atacadas por **Exurus colliguayae**, los que diezman su población. Su presencia en los cecidios corresponde a la fase central y terminal del desarrollo de éstos (Fig. 21). Junto a **Exurus** aparece otra especie de himenóptero pequeño (Chalcidoidea sp 2) que sería también parasitoide de las larvas de los dípteros.

Finalmente, **Torymus laetus** sería un hiperparasitoide al atacar a las otros parasitoides antes mencionados (Fig. 22), confirmando los planteamientos de Ebel (1928). Al respecto, hemos confirmado las observaciones de este autor en el sentido de que la única larva de **Torymus** presente por cavidad, transforma a las larvas de **Exurus** en una masa café oscura en la cual son distinguibles las larvas originales. Con iguales características de hiperparasitoide aparece el Braconidae sp 1 ya detectado en los dos tipos de cecidios desarrollados en las ramas del colliguay (Fig. 23).

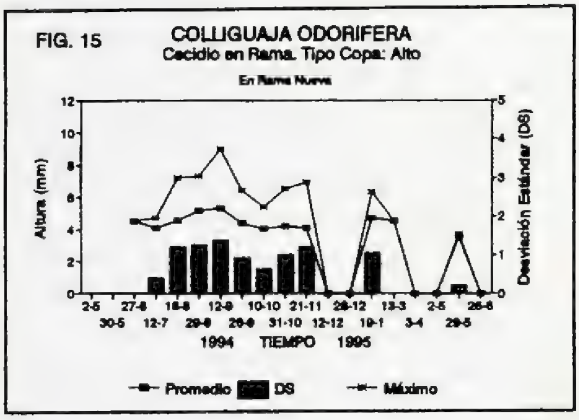
Un último factor de mortalidad biológica estaría representado por un coleóptero de la familia Cleridae (Fig. 23).

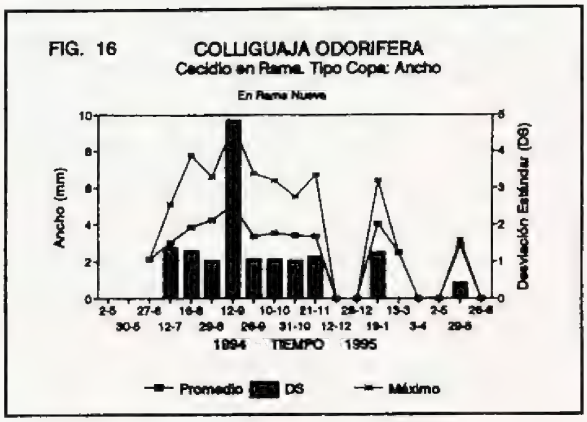
En consecuencia, se rechaza el planteamiento de que los cecidios son formados por himenópteros, confirmándose el rol de parasitoides de éstos (Philippi 1873, Martínez et al 1992) y el rol inductor del cecidio de los cecidómidos. La colecta de cecidios maduros es lógico que entregue información sólo sobre parasitoides e hiperparasitoides, si no se sabe reconocer la espátula del último estado larval del cecidómido.

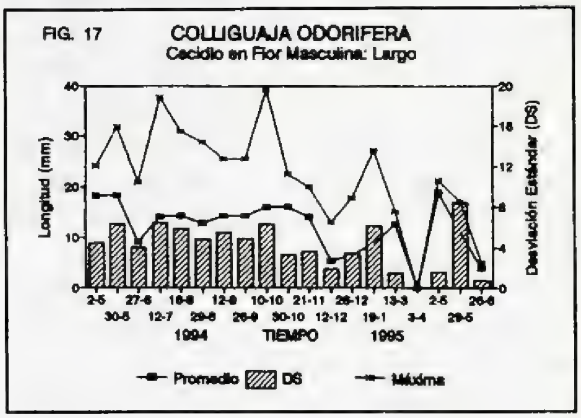
Al terminar este análisis es necesario un comentario final sobre los huéspedes y parasitoides asociados a los cecidios de

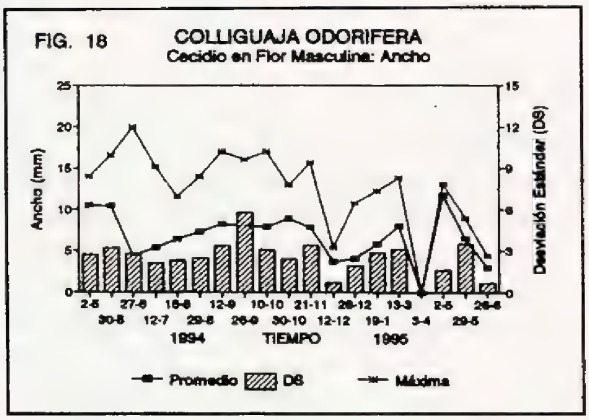
Colliguaja odorifera. Al iniciar esta investigación el desconocimiento era casi absoluto sobre la presencia e identidad de huéspedes y parasitoides, a excepción de datos sobre **Exurus collguayae** y **Torymus laetus**, por lo que no hay 100% de seguridad en la adjudicación de larvas y pupas a los respectivos adultos (Chalcidoidea sp 2, sp 4 y sp 7, Braconidae sp 1 y especies de Cecidomyidae). En cuanto a los Cecidomyiidae es necesario destacar que ambos géneros son monoespecíficos y las referencias se reducen a las originales (Kieffer 1913, en Gagné 1994). Este último autor en su revisión de la familia para la región neotropical sólo las cita y dice para **Riveraella** :»Little is known of this genus to distinguish it from others with four palpal segments and toothed claws».

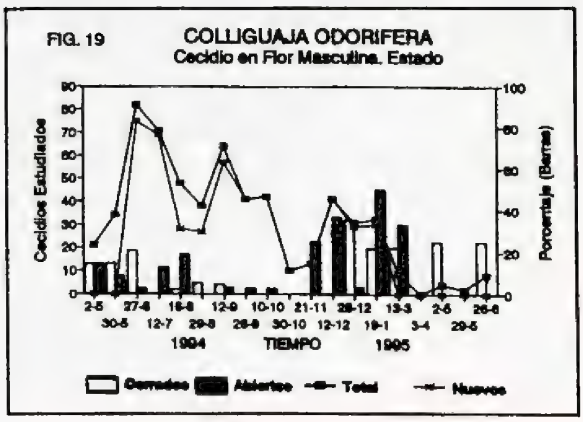
Todo este material está en manos de los especialistas correspondientes y hay una investigación en curso para afinar estos detalles, ya que es posible que las relaciones entre insectos asociados a los cecidios de **C. odorifera** sean aún más commplejas de lo que aquí planteamos como hipótesis. No sería extraño encontrar dobles roles en algunos himenópteros.

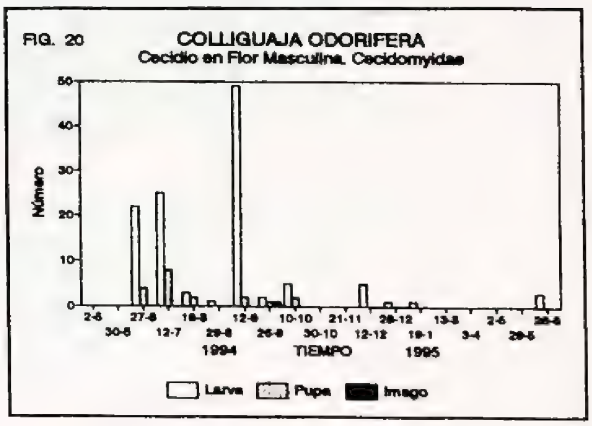


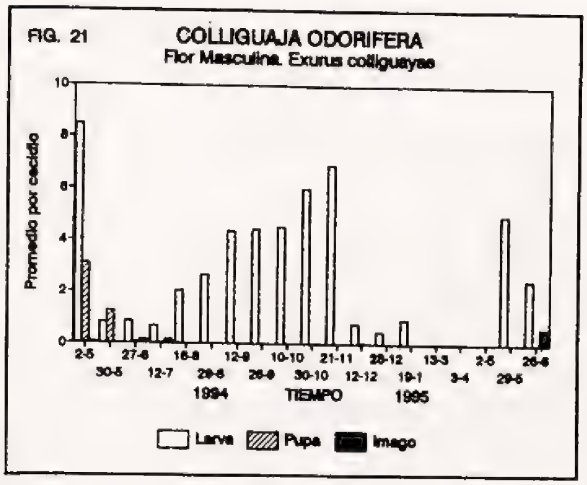


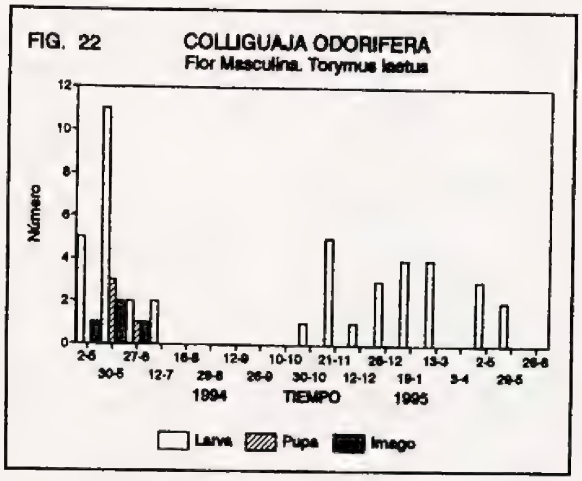


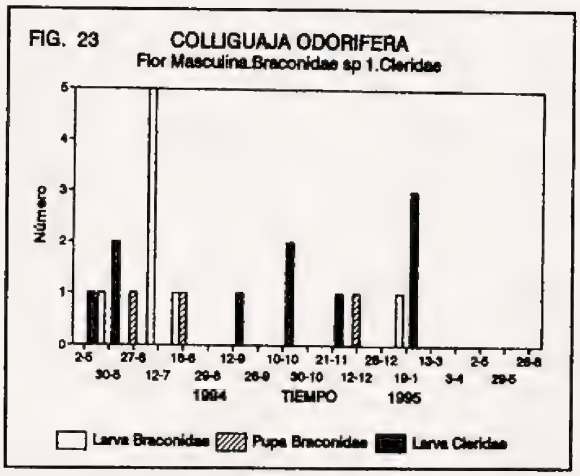












CONCLUSIONES

Como resultado de la investigación se detectaron 7 tipos diferentes de cecidios en **Colliguaja odorifera**, a saber:

De Hoja:	1.- Verruga	2.- Nervadura	3.- Bolsa
De Rama:	4.- Tipo Huso	5.- Tipo Copa	
De Flor:	6.- Flor masculina	7.- Flor femenina	

De ellos, se citan y describen por primera vez los tres de hoja y el de flor femenina. Se elimina uno descrito en Houard (1933) en flor masculina por corresponder a un estado de desarrollo de ese tipo de cecidio. El de tipo Copa había sido mencionado previamente (Martínez et al 1992, Núñez y Sáiz 1994) pero no descrito.

Se describe la totalidad de los tipos de cecidios encontrados, incorporando información referente a tamaño, fenología de su desarrollo, agentes inductores e insectos a ellos asociados, etc.

Fenológicamente, los cecidios estudiados presentan las siguientes características:

Cecidios de Hoja
- Nervadura..... fin de primavera y verano
- Bolsa..... verano-otoño
- Verruga..... todo el año con desarrollo fundamental en otoño

Cecidios de Rama
- Tipo Huso..... Dos años o más en madurar
- Tipo Copa..... Anual, con máximo desarrollo en primavera

Cecidios de Flor
- Femenina..... Anual, con máxima presencia invernal
- Masculina..... Anual, con máxima presencia en invierno-primavera

Dípteros Cecidomyiidae, son los inductores del mayor número de cecidios: Flor Masculina y Femenina, de rama Tipo Huso y Tipo Copa y el de Nervadura en la hoja. Los restantes son formados por un lepidóptero (tipo Bolsa en hoja) y por ácaros eriófidos (Tipo Verruga en hoja).

En consecuencia, se rechaza el planteamiento de que los cecidios de rama « Tipo Copa» y de Flor Masculina son formados por himenópteros, ratificándose que son cecidómidos (Diptera) los reales agentes causales.

Es común a los cecidios de Flor (Femenina y Masculina) y al de Tipo Copa en rama, un desarrollo inicial con tejidos blandos y turgentes, fase en que se hace efectiva la acción del agente cecidiógeno (Diptera Cecidomyiidae) y el crecimiento real del cecidio. Posteriormente, ante la acción de los parasitoides, especialmente de los hiperparasitoides, el cecidio disminuye su tasa de crecimiento y empieza a lignificarse.

Del análisis de los insectos asociados a los cecidios de **Colliguaja odorifera** se desprende una situación altamente interesante, la cual merece un estudio particular y detallado.

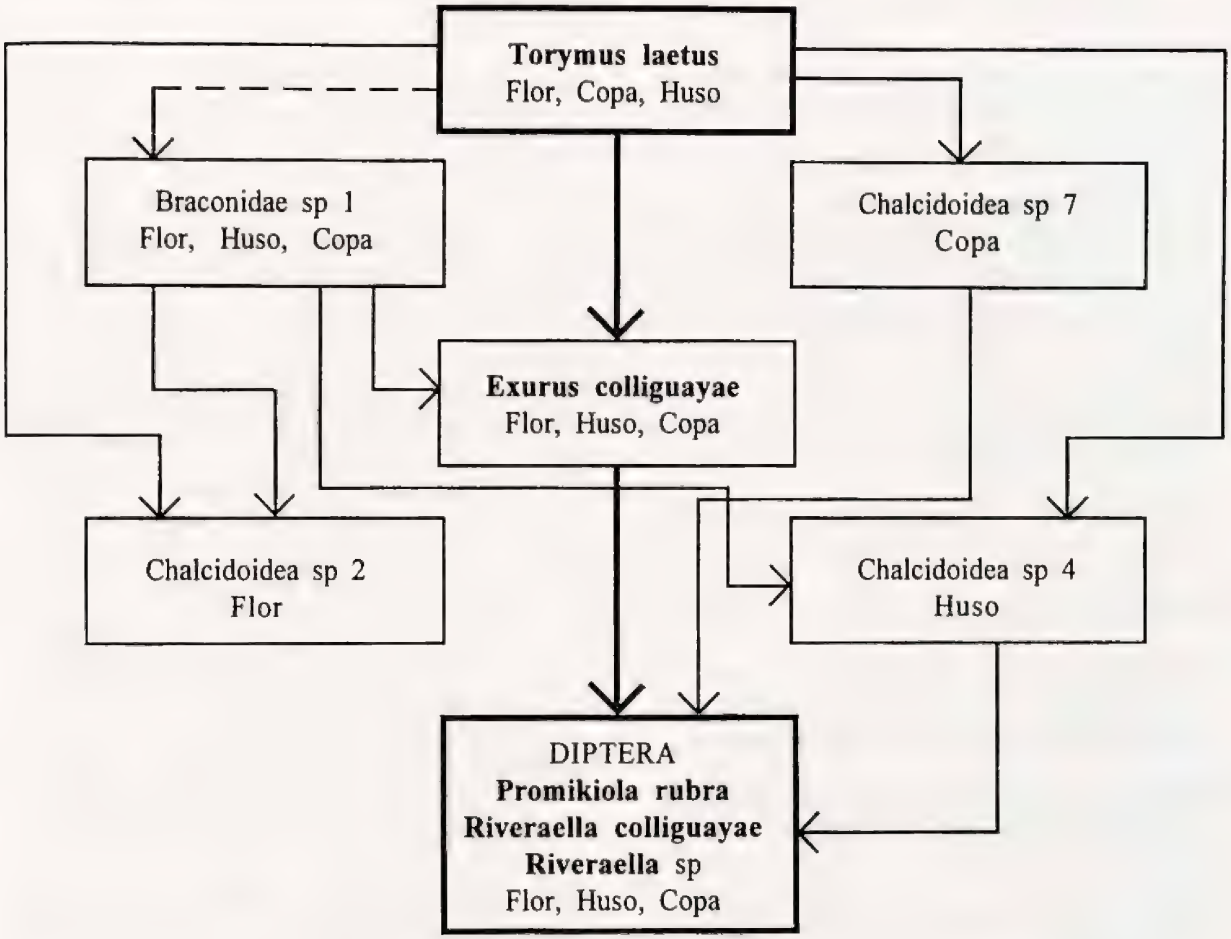
En efecto, los cecidios de rama (Tipo Huso y Tipo Copa) y de Flor Masculina y Femenina aparecen configurando un complejo muy compacto de relaciones interespecíficas, no indicado en la literatura. En todos ellos los agentes causales son, aparentemente, los mismos dípteros cecidómidos (**Riveraella colliguayae, Promikiola rubra** y **Riveraella sp** según Kieffer y Herbst 1905), los que participarían en cualquiera o todos los tipos de cecidios mencionados. Gagné (1994), en su revisión de los cecidómidos de la Región Neotropical, cita solamente los mismos nombres de Kieffer y Herbst sin estudiar las especies. Además, dice que muy poco se sabe de ambos géneros monoespeccíficos para distinguirlos claramente de otros.

En todos los cecidios anteriores se encuentra, en forma predominante, el parasitoide de los dípteros **Exurus collyguayae**, acompañado de otros parasitoides secundarios (Chalcidoidea), distintos para cada tipo de cecidio. Sobre ellos actuarían como hiperparasitoides dos especies de Hymenoptera: **Torymus laetus**, como agente principal, y Braconidae sp 1, en un rol secundario, de acuerdo a las abundancias analizadas.

Las posibles acciones competitivas entre Cecidómidos, entre parasitoides (**Exurus colliguayae** y otro himenóptero) y entre hiperparasitoides (**Torymus laetus** y Braconidae sp 1) deben ser analizadas en detalle a futuro.

En consecuencia y como una importante conclusión de la presente investigación se ha elaborado la siguiente hipótesis de relaciones entre los insectos asociados a los cecidios desarrollados en las flores y ramas de **Colliguaya odorifera**.

POSIBLES RELACIONES ENTRE HUESPEDES Y PARASITOIDES EN CECIDIOS DE RAMA Y DE FLOR EN **COLLIGUAJA ODORIFERA**



DE PRESENCIA OCASIONAL (Depredadores)

Anobiidae Huso	Cleridae Huso, Flor, Copa	Lepidoptera Flor, Huso

REFERENCIAS

BRÉTHES, J. 1926. Sur le **Syntomaspis laetus** (Phil.) chalcidien parasite des galles de **Colliguaya odorifera** Mol. Rev.Chil.Hist.Nat., 30: 324-325.

DRATHEN,R.P.T. 1954. Apuntes sobre las agallas de Colliguay. Revista Universitaria (U. Católica de Chile 39 (1):95-99.

EBEL,G. 1924. Sobre un pequeño himenóptero encontrado en las nueces de agallas del Colliguay. Actas. Rev. Chil. Hist. Nat., 28: 206-208.

EBEL,G. 1928. El **Syntomaspis laetus**. Rev. Chil. Hist. Nat., 32:167-170.

GAGNÉ, R. 1994. The gall midges of the neotropical Region. Cornell University Press, 352 p.

GAHAN,A. 1925. Two chalcididoids described by Philippi. Rev. Chil. Hist. Nat., 29:47-51.

HERBST,P. 1925. Acta. Rev. Chil. Hist. Nat., 29: 363.

HOUARD,C,1933. Les zoocecidies des plantes de l'Amérique du Sud et de l'Amérique Centrale. Lib. Scientifique Hermann et Cie. Paris, 519 pp.

KIEFFER,J. 1903. Observation sur une galle faussement attribuée a un Pteromaline. Rev. Chil. Hist. Nat., 7: 11.

KIEFFER J. & P. HERBST. 1905. Ueber Gallen und Gallenerzeuger aus Chile. Zeitschrift für Wissenschafklitche Inseckten-Biologie, 1: 63-66.

MARTICORENA,C. & M.QUEZADA. 1985. Catálogo de la flora vascular de Chile. Gayana, 42 (1-2):1-157.

MARTÍNEZ,E., G.MONTENEGRO & M. ELGUETA. 1992. Distribution and abundance of two gall-makers on the euphorbiaceous shrub **Colliguaja odorifera**. Rev. Chil. Hist. Nat., 65 (1):75-82.

NAVAS, E. 1976. Flora de la cuenca de Santiago de Chile. Dicotyledoneae- Archichlamydeae. Ed. Univ. Chile, 559 pp.

NÚÑEZ,C. & F.SÁIZ. 1994. Cecidios en vegetación autóctona de Chile de clima mediterráneo. An. Mus. Hist. Nat., Valparaíso, 22: 57-80.

OYARZÚN,A. 1928. Sobre los insectos de las agallas del Colliguay. Bol. Soc. Ent. Chile (1): 19.

PHILIPPI,R. 1873. Chilenischen insecten. I Gallen des Colliguai. Ent. Zeitung. 34 :296-298.

PORTER,C.E. 1926(a). Sobre un insecto de las agallas del Colliguay. Rev. Chil. Hist. Nat., 30: 88-91.

PORTER,C.E. 1926(b). Sobre 2 insectos chilenos. I Otro insecto de las agallas del Colliguay. Rev.Chil. Hist. Nat., 30: 275.

PORTER,C.E., 1928(a). Cecidiología chilena.Breve reseña histórica y bibliografía acerca de las agallas del Colliguay (**Colliguaya odorifera** Mol.). Rev. Chil. Hist. Nat., 32: 73-80.

PORTER,C. E. 1928(b). Acerca de las agallas del Colliguay. Un dato más. Rev. Chil. Hist. Nat., 32: 152-153.

EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA SOBRE LOS ENSAMBLES DE VERTEBRADOS, EN LA ZONA DE PUCHUNCAVÍ[1]

SERGIO O. ZUNINO [2,3], GUILLERMO RIVEROS[3], CLAUDIA ROJO, CARLOS VERGARA & PAOLA YÁÑEZ.

ABSTRACT

From creation in 1968 the Refinery of Ventanas Copper, Puchuncaví, V Region, it has issued to the large atmosphere quantities of heavy metals and of sulfurized compounds that they have provoked a constant rain acide. In order to recognizing the effects of these pollutants on the assemble of vertebrates land were compared two areas. One of them, Potrerillos, affected directly by the gaseous emanations of the refinery, and other, Santa Julia, considered as free of the influence of she.

The results permit to demonstrate that the Ventana refinery, through the deposition by more than thirty years of its atmospherical pollutants has provoked certain changes in the assemble of the sector Potrerillos or of direct impact, that are expressed in a setback or decrease of the wealth and diversity of the guilt of vertebrates land of said sector.

Key words: Assemble of vertebrate, Valparaíso, refinery, pollutants effects, diversity.

INTRODUCCIÓN

La dinámica de ensambles (*sensu* Jaksic 1981) de vertebrados usualmente ha sido explicada sobre la base de la Teoría del Nicho (Hutchinson 1957) y a través de procesos que involucran fenómenos interactivos entre las poblaciones componentes (e.g., competencia, depredación, véase MacArhur 1958, Jackson 1981, Schoener 1983, Marone, 1988). El resultado de estos procesos determinan una organización de la estructura (composición taxonómica, riqueza, abundancia relativa, equitabilidad) del ensamble. Sin embargo, existen ciertos factores exógenos (perturbaciones, entre ellas la contaminación) a la dinámica intrínseca (interacciones) del ensamble, que podrían modificar el resultado de dicha dinámica y expresarse en una estructura distinta a la que se observaría si no operaran dichos factores. Connell (1978), Fox (1979) y Hobbs & Huenneke (1992) han expuesto una de las principales hipótesis que relacionan diversidad con perturbaciones: la «Hipótesis de Perturbación Intermedia», donde la mayor diversidad de especies se encuentra en sistemas que tienen frecuencias e intensidades intermedias de perturbaciones. En su defecto, las variaciones extremas de frecuencia y tamaño de una perturbación, podrían aumentar o disminuir el número de especies a escala local así como sus abundancias poblacionales.

Los problemas generados por la contaminación atmosférica se traducen en la deposición acídica y de los metales pesados, los cuales afectan directa o indirectamente a la salud humana, agricultura, pesca, silvicultura, edificios y estructuras, fauna y flora silvestre. La acción de estos contaminantes alteran de diferente manera al dinamismo propio de los sistemas biológicos (individuo, población, comunidad, ecosistema y biosfera); y cuyas respuestas dependen de las resistencias que cada uno de éstos opongan, así como del tiempo y de la magnitud de exposición a los agentes y a la naturaleza de éstos.

[1] Perteneciente a proyecto CNEI 12-93, Universidad de Playa Ancha

[2] Museo de Historia Natural de Valparaíso. Condell 1546, Casilla 3208, Correo 3, Valparaíso

[3] Universidad de Playa Ancha, Facultad de Ciencias Naturales y Exactas. Casilla 34-V, Valparaíso.

De las numerosas emisiones liberadas a la atmósfera, el bióxido de azufre (SO_2) es un gas producido en particular por las refinerías de cobre. Debido a su alta solubilidad en agua es responsable de la lluvia ácida y al igual que sus otras formas, es un compuesto tóxico para la vegetación. A pesar de ello, el SO_2 en muy bajas concentraciones es un elemento esencial para el metabolismo de las plantas pues es un importante componente de los aminoácidos, proteínas y algunas vitaminas. Los requerimientos de sulfuros por las plantas pueden ser tomados directamente de la atmósfera, pero si la concentración aumenta más allá de cierto nivel crítico (250 ppm en los tejidos vegetales), la fotosíntesis, respiración y otros procesos celulares fundamentales son alterados. Al respecto Guzmán et al. (1985) han señalado cambios en las comunidades de líquenes por efecto de la contaminación atmosférica.

Por otra parte el depósito de SO_2 en el suelo provoca alteraciones de sus características, tales como: acidificación, empobrecimiento de los nutrientes a causa del aumento de la solubilidad y lixiviación, cambios en la microflora del suelo debido al aumento de la acidez y producción de elementos tóxicos bajo condiciones de acidez. La concentración de éste bajo condiciones normales es de 1:10.000 del total del SO_2 presente en el agua (Malhotra y Blauel, 1980).

Las refinerías de cobre son uno de los ingenios productores de grandes cantidades de SO_2 y, además arrojan una gran cantidad de polvo que posee numerosos metales pesados (As, Cd, Cu, Fe, etc.) que se depositan en el medio y que pueden ingresar a los diferentes ciclos tróficos de vegetales y animales, los cuales en último término bioacumulan en los humanos (Cassorla et al. 1983). Algunos de ellos pueden ocasionar daños significativos al metabolismo, tejidos, órganos o inducir malformaciones congénitas (Sanlés, 1988).

La Quinta región posee dos grandes refinerías de cobre: Ventanas (inaugurada en 1966), en la costa cercana a Quintero, la cual forma parte del complejo industrial homónimo, en conjunto a la termoeléctrica de Chilectra (inaugurada en 1964). Y Chagres a casi 60 Km al interior de la costa, en pleno valle del Aconcagua, próxima a Llay-Llay. Producto del material particulado y gaseoso liberado por éstas se evidencia que hay cierto deterioro ambiental, relacionado a procesos de erosión; desaparición de la masa ganadera, caída de la producción agrícola hasta en un 85% y a un cuadro clínico sufrido por 450 cabezas de ganado vacuno al consumir vegetales cubiertos con altas concentraciones de metales pesados (Cornejo et al. 1983, Parada et al. 1985). Por su parte González (1986), González y Bergqvist (1985 a, b y 1986) y González et al. (1984 y 1985) han señalado modificaciones o alteraciones en plantaciones, cultivos agrícolas y suelo. Aunque Mella et al. (1985) estiman que los contenidos de metales pesados en Catemu (Zn, Mo, Cd, Pb y As) se encuentran dentro de los límites considerados como normales para los suelos y tejidos vegetales.

De acuerdo a ello se podría suponer que el ensamble actual de los vertebrados de un sector de Puchuncaví presentaría alteraciones como resultado de estar sometida, por largo tiempo, a una atmósfera o entorno con una mayor concentración de gases, sulfuros y/o metales pesados.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para verificar o rechazar este planteamiento se eligieron dos áreas. Una de ellas llamada zona de impacto la cual esta constantemente afectada por los vientos de dirección SW (Naveas et al. 1983) que arrastran los humos del complejo, cuyos constituyentes van precipitando de acuerdo a sus densidades. La zona de estudio seleccionada está en la localidad de Potrerillos, distante 5 Km, en línea recta, al norte del complejo industrial. La zona de comparación o de control, considerada como más libre de la influencia de la contaminación atmosférica, se encuentra en el sector de Santa Julia, ubicada a 4 Km al sur del complejo. En ambas zonas se realizaron muestreos para establecer la composición del ensamble de vertebrados terrestres (Anfibios, Reptiles, Aves y Mamíferos).

Las observaciones de la fauna de vertebrados se realizaron durante cuatro días consecutivos en los meses de Abril, Julio y Octubre de 1995, dentro de un área cercana a las 6 hectáreas para ambos sectores. El reconocimiento de la fauna de herpetozoos fue realizado mediante la captura manual de ejemplares, a través de la observación directa, o por sus cantos en el caso de los anfibios. Las aves fueron reconocidas por sus cantos y/o por observación directa con la ayuda de binoculares. Y los mamíferos fueron identificados mediante la captura por trampas de golpe dispuestas al azar y por sus signos o huellas. A los ensambles de vertebrados identificados en ambos sectores se les calculó la diversidad (H') y la equitabilidad (J').

RESULTADOS

SECTOR IMPACTO: POTRERILLOS (32°40 S; 71°23 W)

Ubicada en una ladera de exposición sur, a 170 m.s.n.m., cuyo extremo sur se encuentra flanqueado por una pequeña hondonada provista de una vertiente de agua, Vegetacionalmente toda el área corresponde a un matorral degradado muy pobre, de escaso desarrollo y con fuerte intervención humana y de ganado. Constituido en gran medida, más del 80%, por **Baccharis linearis** (Romero), acompañado por matorrales aislados de **Muehlenbeckia hastulata** (Quilo), escasos ejemplares de **Lobelia tupa** (Tabaco del Diablo) y **Cestrum parqui** (Palqui); el estrato arbóreo igualmente pobre, se encuentra conformado por poquísimos renovales de **Peumus boldus** (Boldo), **Schinus latifolius** (Molle) y **Lithraea caustica** (Litre). En la quebrada, por la mayor disponibilidad de agua el estrato arbóreo es bastante alto y más desarrollado y está constituido por **Aristotelia chilensis** (Maqui) y **Myrceugenia** sp (Petra). El estrato herbáceo deja amplias zonas desnudas entre los matorrales, aunque es algo más abundante bajo los árboles. La cobertura vegetacional de toda el área oscila entre 40 y 50%.

SECTOR CONTROL: SANTA JULIA (32°50 S; 71°40 W)

Esta área se encuentra en una ladera de exposición Sur - Este, a 40 m.s.n.m. con fuerte modificación humana y por ganado. Está caracterizado, al igual que el sector impacto, por un matorral de **Baccharis linearis** (Romero) bastante denso y de altura entre 1 a 1.5 m, que se encuentra acompañado secundariamente por ejemplares aislados de **Muehlenbeckia hastulata** (Quilo). Además de unos pocos ejemplares de **Rubus ulmifolius** (Zarzamora) y **Colliguaya odorifera** (Colliguay). Los escasos árboles son poco desarrollados y están representados por: **Peumus boldus** (Boldo), **Schinus latifolius** (Molle) y **Acacia caven** (Espino). Todo el piso está cubierto por un desarrollado tapiz herbáceo que cubre el 100% del suelo.

Entre ambos sectores se observaron 47 especies de vertebrados terrestres, que representan a: Anfibios, Reptiles, Aves y Mamíferos. De éstas, 40 especies se encuentran en el sector Control con 14 especies exclusivas y 33 especies en el Impacto de las cuales sólo 7 son exclusivas. Las clases de vertebrados en ambas áreas, siguen el patrón de abundancia general del país, las aves son las mejor representadas (32 y 25 sp); luego los mamíferos (4 y 6 sp); continúan los reptiles (2 sp en cada sector) y, finalmente los anfibios (sólo presentes en el control) (Tabla 1).

El sector Impacto, se caracteriza por la ausencia total de anfibios; entre los reptiles por la presencia de la lagartija **Liolaemus tenuis** y la ausencia de culebras de cola larga, **Philodryas chamissonis**. Desde el punto de vista de la comunidad de aves, se identificaron tres especies propias, aunque presentes solo en el muestreo de Julio, **Buteo polyosoma**, **Pteroptochos megapodius** y **Scytalopus magellanicus**. Con respecto a los mamíferos, se destaca la presencia de roedores miomorfos (**Olygoryzomys longicaudatus**, **Abrothrix olivaceus** y **Phyllotis darwini**) y la ausencia de histricomorfos (**Spalacopus cyanus**) (Tabla 1).

TABLA 1 VERTEBRADOS PRESENTES EN LOS SECTORES DE ESTUDIO

	CONTROL				IMPACTO			
ANFIBIOS	Abril	Julio	Oct	TOTAL	Abril	Julio	Oct.	TOTAL
Pleurodema thaul	X		X	X				
Caudiverbera caudiverbera	X			X				
	2	0	1	2	0	0	0	0
REPTILES								
Liolaemus lemniscatus	X	X	X	X	X	X	X	X
Liolaemus tenuis							X	X
Philodryas chamissonis	X		X	X				
	2	1	2	2	1	1	2	2
AVES								
Nothoprocta perdicaria		X	X	X	X			X
Egretta thula			X	X				
Coragyps atratus			X	X			X	X
Elanus leucurus		X		X				
Geranoaetus melanoleucus		X	X	X			X	X
Buteo polyosoma						X		X
Milvago chimango	X	X	X	X	X	X	X	X
Falco sparverius	X	X		X				
Callipepla californica			X	X	X		X	X
Vanellus chilensis	X	X	X	X	X	X	X	X
Zenaida auriculata		X	X	X			X	X
Columbina picui	X	X	X	X		X		X
Sephanoides galeritus	X			X	X	X		X
Colaptes pitius			X	X				
Pteroptochos megapodius						X		X
Scytalopus magellanicus						X		X
Pyrope pyrope		X		X		X		X
Anairetes parulus		X		X		X		X
Leptastenura aegithaloides	X	X	X	X		X		X
Muscisaxicola macloviana	X	X		X		X		X
Troglodytes aedon	X	X	X	X	X	X	X	X
Diuca diuca	X	X	X	X		X	X	X
Phytotoma rara		X		X				
Tachycineta leucopyga	X	X	X	X		X	X	X
Turdus falcklandii	X	X	X	X		X	X	X
Mimus thenca	X	X	X	X	X	X	X	X
Sicalis luteola		X		X				
Zonotrichia capensis	X	X	X	X	X	X	X	X
Molothrus bonariensis		X		X				
Curaeus curaeus	X	X	X	X		X	X	X
Sturnella loyca	X	X	X	X		X		X
Phrygilus unicolor		X		X				
Phrygilus fruticeti		X	X	X			X	X
Phrygilus alaudinus		X		X				
Carduelis barbatus		X	X	X				
	15	27	21	32	8	19	14	25
MAMIFEROS								
Oligoryzomys longicaudatus					X		X	X
Abrothrix olivaceus					X		X	X
Phyllotis darwini					X	X	X	X
Spalacopus cyanus	X	X	X	X				
Canis culpaeus	X	X	X	X	X	X	X	X
Lepus capensis	X	X	X	X	X	X	X	X
Oryctolagus cuniculus	X	X	X	X	X	X	X	X
	4	4	4	4	6	4	6	6

TABLA 2. VALORES DE INDICES ECOLOGICOS PARA SECTORES DE ESTUDIO.

	IMPACTO / CONTROL			
	ABRIL	JULIO	OCTUBRE	TOTAL
RIQUEZA	17 / 23	24 / 32	22 / 28	33 / 40
DIVERSIDAD (H')	1.39 / 1.88	1.96 / 2.62	1.80 / 2.29	2.70 / 3.27
EQUITABILIDAD (J')	0.49 / 0.59	0.61 / 0.75	0.58 / 0.68	0.77 / 0.88

Los ensambles de vertebrados identificados en ambos sectores difieren en cuanto a su composición de especies, reconociéndose solo 26 especies comunes, la zona de control presenta 14 especies propias y 7 la zona de impacto (Tabla 1). Otro de los antecedentes que marcan estas diferencias son los índices de diversidad y equitabilidad (Tabla 2), que demuestran que el ensamble del sector control es más diversa en especies (H'= 3.27) y tiende a una diversidad máxima en cuanto a la presencia de especies, según J'= 0.88 en cambio en el impacto estos valores son inferiores en ambos casos. Estas diferencias también se manifiestan para cada uno de los muestreos realizados para los dos ensambles.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

Las riquezas de las zonas de Impacto y Control tienden a ser mayores en el Control, a pesar que la vegetación del Impacto es más diversa en especies y en estratos; en cambio el control es más homogéneo y menos rico. La ausencia de anfibios en el sector de Impacto es un punto destacable, pues en esta zona hay un cuerpo de agua, una vertiente de caudal constante que corre por el fondo de una pequeña quebrada y que está protegida por abundante vegetación arbórea y arbustiva. La falta de anfibios puede ser causada por una condición ambiental anómala, como sería la alta concentración de metales pesados en el medio (González y Bergqvist, 1985a), que estaría afectando la reducción de insectos que imposibilita sostener poblaciones detectables de depredadores, como el caso de la ausencia de la culebra de cola corta.

Las aves son el grupo más representativo en ambos sectores, a parte de ser el grupo natural de vertebrados más abundante, se debería a que ellas están menos circunscritas territorialmente por el hecho de volar, con respecto a las otras clases.

La mayor riqueza de mamíferos en el Impacto, es ocasionada, en especial por los roedores miomorfos. Estas especies a diferencia de los histricomorfos, se caracterizan por presentar una amplia valencia ecológica, que les permite ocupar una amplia diversidad de ambientes, algunos con alta modificación y contaminación, como ha sido señalado para comunidades de mamíferos en la VIII región del país (Zunino, com. Pers.)

Finalmente se puede agregar a las evidencias de los respectivos grupos de vertebrados encontrados que los ensambles de estos difieren en composición, riqueza, diversidad y equitabilidad; siendo la comunidad control la más diversa a pesar que la vegetación lo es menos. Esto avalaría el efecto de la contaminación sobre nuestra fauna nativa.

En conclusión los resultados permiten evidenciar que las emanaciones del complejo industrial de Ventanas, Puchuncaví, han generado cambios en la organización de los ensambles de vertebrados del sector de Impacto, originados por agentes contaminantes, elementos particulados y gaseosos, que habrían provocando un retroceso o disminución de los ensambles de vertebrados en dicha área.

REFERENCIAS

CASSORLA, V.;F.AVEGGIO, E. ROJAS, G. SILVANA & L. MUÑOZ.1983. Determinación de niveles de elementos traza en cabellos humanos de poblaciones de la V región. I Enc. Cient. Medio Ambiente, La Serena, 2 (SAL): 36-40.

CONNELL, J.C. 1978. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. Science 199:1302-1310.

CORNEJO, R; C. LOPEZ & M. ROMANO. 1983. Determinación de contaminantes de origen industrial en sedimento atmosférico en la zona de Quintero. V región. Tesis de Química y Farmacia. Universidad de Valparaíso. 183 pág.

FOX, J.F. 1979. Intermediate-disturbance hypothesis. Science 204:1344-1345.

GONZALEZ, S. 1986. Contenido natural de metales pesados extraibles con EDTA en suelos del Valle Aconcagua. Agricultura Técnica, 46 (3): 323-327.

GONZALEZ, S. & E. BERGQVIST. 1985 a. Evidencias de contaminación con metales pesados en Puchuncaví (Prov. Valparaíso, V región). IV Simposio sobre contaminación ambiental. Santiago, 1: 21-23.

GONZALEZ, S. & E. BERGQVIST. 1985 b. Suelos contaminados con metales pesados. Efectos sobre el desarrollo vegetal. IV Simposio sobre contaminación ambiental. Santiago, 1: 24-26.

GONZALEZ, S. & E. BERGQVIST. 1986. Evidencias de contaminación con metales pesados en un sector del secano costero de la V región. Agricultura Técnica, 46 (3): 299-306.

GONZALEZ, S.; E. BERGQVIST & R. ITE. 1984. Contaminación de un área vecina a una fundición de Cobre; Catemu, V región. Agricultura Técnica, 44 (1): 63-68.

GONZALEZ, S.; E.BERGQVIST & R. ITE. 1985. Evidencias de contaminación con metales pesados en Catemu, V región. IV Simposio sobre contaminación ambiental. Santiago, 1: 27-30.

GUZMAN, G.;C. HIDALGO, G. PONCE, W. QUILHOT & E. FERNANDEZ. 1985.Utilización de líquenes como bioindicadores de contaminación. IV Simposio sobre contaminación ambiental. Santiago, 1: 31-32.

HOBBS, R.J. & L.F. HUENNEKE. 1992. Disturbance, Diversity, and Invasión: implications for conservation. Conservation Biology 6: 324-333.

HUTCHINSON, G.E. 1957. Concluding remarks. Cold Spring Harbor Symposia of Quantitative Biology 22:415-427.

JACKSON, J.B.C.1981. Interspecifics competition and species distribution: the ghosts of theories and data past. American Zoologist 21: 889 - 901

JAKSIC, F.M. 1981. Abuse and misuse of the term "guild" in ecological studies. Oikos 37:397-400.

M^AC ARTHUR, R.H. 1958. Population ecology of some warblers in northeastern coniferous forests. Ecology 39:599-619.

MALHOTRA, S. & R. BLAUEL. 1980. Diagnosis of air pollutant and natural stress symptoms of forest vegetation in western Canada. Northern Foerst Res. Centre. Report NOR-X-228: 84 pag

MARONE, L. 1988. Acerca de la conservación de la naturaleza y la teoría ecológico - evolutiva. Revista Chilena de Historia Natural 61:11-18.

MELLA,L.; R. DELPIANO & A. VALDES. 1985. Metales pesados en suelos y tejidos de la comuna de Catemu. IV Simposio sobre contaminación ambiental. Santiago, 1: 41-44.

NAVEAS, C., R. TIEMANN & J. ROSAS. 1983 Análisis estadístico del potencial eólico en la V Región. II Simposio Interuniversitario de Energía. Universidad de Santiago de Chile. I.

PARADA, R.; S. GONZALEZ & E. BERGQVIST. 1985. Un caso de contaminación eólica en un fundo de Valle Alegre. IV Simposio sobre contaminación ambiental. Santiago,1: 48-50.

SANLES, C. 1988. El río Bío-Bío como fuente de abastecimiento de agua destinada al consumo humano. Programa Cuenca del Bío-Bío. Ed. Universitaria. Concepción. 2: 71-78.

SCHOENER, T.W. 1983. Field experiments on interspecific competition. American Naturalist 122:240-285.

RELACION ENTRE EL TAMAÑO MINIMO DE FRAGMENTOS BOSCOSOS Y SU RIQUEZA DE ESPECIES DE AVES EN EL SUR DE CHILE. (*)

ALBERTO GANTZ & JAIME RAU [1]

ABSTRACT

The effect of forest fragment area over avian diversity, and the value of z exponent of the power function, that allow us to quantify the minimum size of isolated forest fragments that support the greatest bird species diversity was evaluated. In all 18 studied forest fragments 32 bird species were observed. Larger forest fragments have significatively more bird species richness than smaller fragments. The value of z was 0.148. This indicate that the forest fragments are isolated habitat (i.e., «virtual islands»). It was demonstrated that the minimum forest fragment that support the higher bird species diversity was 50 ha. However, that fragment size excluded bird species with higher habitat requirements. It is recommended that forest fragments must have larger sizes and must be connected by biological corridors.

Key Words: Birds, Chile, Forest Fragments, Minimum size, Species Richness.

INTRODUCCION

La tala o destrucción de los bosques nativos templado-húmedos del sur de Chile, con fines dendroenergéticos, forestales y agrícola-ganaderos, provocó la fragmentación e insularización de los ecosistemas boscosos originariamente continuos (Donoso y Lara 1995). Este proceso destructivo no es reciente. Ya en 1952 la extensión de los bosques primarios se había reducido a un 16% (Veblen y Ashton 1978). Así, se estructuró un paisaje de tipo mosaico, con fragmentos aislados de bosque nativo secundario de diferentes formas y tamaños que fluctúan entre 2-10 ha. (Kelt 1989), rodeados por una matriz de praderas antropogénicas.

Los remanentes boscosos pueden considerarse como islas virtuales, si es que no existe un intercambio de organismos a nivel de la interfase bosque-pradera (Janzen 1983) y analizarse en el contexto de la teoría del aislamiento biogeográfico (MacArthur y Wilson 1963, 1967). Esta postula la existencia de un balance dinámico entre las tasas de colonización y extinción locales de especies, como una función del área de la isla y la distancia del continente. Diversos estudios han demostrado una relación directa entre el área (A) de las islas y la riqueza de especies (S) (e. g., Boeckeln y Gotelli 1984, Bierregard y Lovejoy 1986).

La relación especies-área generalmente ha sido representada por los ecólogos como la función de potencia $S = cA^z$ (Preston 1960, Rosenzweig 1995, Wiens 1992), donde c es el intercepto de la curva S-A y el exponente z es la pendiente. Los valores de z, obtenidos empíricamente, varían entre 0,20 y 0,35 para islas reales y entre 0,12 y 0,17 para islas virtuales (Connor y McCoy 1979). La relevancia de la evaluación empírica de z radica en su aplicación para la conservación biológica.

En Chile, Rozzi et al. (1996) y Willson et al. (1994) demostraron una disminución de la diversidad de aves ante una reducción en el tamaño, tanto de islas del archipiélago de Chiloé, como de fragmentos boscosos aislados, res-

* Proyecto 3150/96 financiado por la Dirección de Investigación y Post-Grado, Universidad de Los Lagos. Osorno, Chile.

1 Laboratorio de Ecología, Departamento de Ciencias Básicas, Universidad de Los Lagos. Casilla 933, Osorno. Fax (64) 239517.

pectivamente. Sin embargo, Willson et al. (1994) no determinaron el valor del exponente de la ecuación (z) que predice la relación entre el número de especies y el área, valor necesario para establecer decisiones sólidas de manejo y conservación biológica.

El objetivo del presente estudio es validar o refutar el cumplimiento de la hipótesis del equilibrio en ambientes boscosos fragmentados e insularizados de la provincia de Osorno, Chile. Cuantificar el valor del exponente z y determinar si se ajusta a lo predicho por modelos teóricos para islas virtuales. Además, determinar el tamaño del fragmento boscoso que soporta la mayor riqueza de especies de aves.

MATERIAL Y METODOS

AREA DE ESTUDIO

El área de estudio está constituida por un paisaje de tipo mosaico, con fragmentos de bosques nativos secundarios aislados, rodeados por agroecosistemas de origen antrópico. Los rodales están ubicados en la depresión intermedia de la provincia de Osorno, Chile (41°00'S; 73°00'W y 40°45'S; 72°45'W) (Figura 1). Esta zona se caracteriza por un clima oceánico con influencia mediterránea (di Castri 1968), con altas precipitaciones invernales (2000 mm) y déficit hídrico estival.

De estos remanentes boscosos se seleccionaron 18 rodales de diferente tamaño (3-344 ha) en base a fotografías aéreas (Ortofotos 1:20.000), editadas por el Instituto Geográfico Militar (1993). El área de los bosques se evaluó con un planímetro digital Placom KP-80N y el perímetro se obtuvo con un curvímetro digital.

RIQUEZA DE AVES

Durante 1996-1997 se realizaron censos de aves no replicados (mensualmente, durante todo el año, cuando las condiciones climáticas lo permitieron) en los 18 rodales seleccionados. En cada fragmento boscoso se determinó el número, composición y densidad relativa de aves, mediante el método de estaciones auditivas de radio fijo. Este método es considerado adecuado para estos hábitats (Bibby et al. 1992). Para el presente estudio se estableció un radio efectivo de detección de 30 m. Para evitar el efecto del muestreo pasivo (Wiens 1992) se utilizó, en cada fragmento boscoso, sólo una estación auditiva. Los censos se realizaron al amanecer durante días despejados y/o nublados, pero sin viento. El período de contabilización duró 8 minutos que, según Rozzi et al 1996 y Willson et al. 1994, es adecuado para ecosistemas boscosos del sur de Chile. Los censos se realizaron pricipalmente en primavera y verano. La estación auditiva se localizó en el centro del rodal.

TAMAÑO DE LOS FRAGMENTOS

Para evaluar el tamaño promedio y la distribución de frecuencias del área de los fragmentos boscosos existentes actualmente en el área de estudio, se obtuvo una submuestra aleatoria (con una tabla de números al azar) de 50 fragmentos, de un total de 171 presentes en una superficie de terreno de 173 km^2 (173.000 ha), en el área de estudio.

RELACIÓN ÁREA (A) Y RIQUEZA DE AVES (S).

La relación existente entre el área de los fragmentos y la riqueza de especies de aves, se analizó mediante cuatro modelos matemáticos de regresión. Además, se determinó la ecuación de regresión que presentó el mejor ajuste a nuestros datos. Los modelos fueron (de acuerdo a Connor & MaCoy 1979):

1.- Lineal: $S = c + zA$
2.- Logarítmico: $S = c + z\log A$
3.- Exponencial: $\log S = \log c + zA$
4.- PotenciaL: $\log S = \log c + z\log A$.

RESULTADOS Y DISCUSION

En nuestra área de estudio se observaron 32 especies de aves monogenéricas incluidas en 32 géneros y 16 familias. Las aves dominantes en la mayoría de los fragmentos fueron: rayadito (**Aphrastura spinicauda**, Gmelin 1789), zorzal (**Turdus falcklandii**, Quoy & Gaimard 1824) y cachudito (**Anairetes parulus**, Kittlitz 1830) todas presentes en el 94% de los rodales; le siguen en importancia: cometocino patagónico (**Phrygilus patagonicus**, Lowe 1923) con una frecuencia del 67% y chucao (**Scelorchilus rubecula**, Kittlitz 1830) con menor dominancia, pero presente en el 83% de los fragmentos boscosos. Cachudito y cometocino patagónico son especies ecotonales, sin embargo, fueron observadas en el interior y el borde respectivamente, de los fragmentos. Las familias más representadas fueron Falconidae con 5 especies y Emberizidae, Rhinocryptidae y Tyranidae con 4 especies. Las menos representadas fueron Trochilidae, Troglodytidae y Psittacidae con 1 especie.

En la tabla 1 se puede observar que los fragmentos de mayor tamaño soportaron una mayor riqueza de especies (19 y 16 especies en 298 y 344 ha, respectivamente) que en rodales pequeños (8 y 10 especies en 3 y 6 ha, respectivamente).

TABLA 1 SUPERFICIE (HA), RIQUEZA (S), APORTES DE ESPECIES NUEVAS Y ACUMULADAS EN CADA FRAGMENTO BOSCOSO CENSADO DURANTE 1996 Y 1997 EN LA X REGIÓN DE CHILE.

FRAGMENTO	ha	S	Especies Nuevas	Especies Acumuladas
13	3	8	0	8
0	6	10	3	11
2	10	14	6	17
4	14	9	1	18
6	18	15	4	22
20	20	15	4	26
7	22	9	1	27
9	35	16	1	28
16	37	17	0	28
17	44	13	0	28
19	45	18	2	30
8	68	18	0	30
10	80	19	0	30
14	112	16	0	30
15	127	12	0	30
3	188	18	1	31
11	298	19	0	31
12	344	16	1	32

De los cuatro modelos de regresión aplicados para determinar la relación entre S y A, se encontró que la ecuación de potencia presentó el mejor ajuste a los datos empíricos obtenidos, con un coeficiente de determinación de 48,0% y una pendiente z = 0,148, significativa (p = 0,001). De esta variables se pudo determinar el poder estadístico de la ecuación de potencia y el cálculo del tamaño mínimo de muestra requerido para minimizar la probabilidad de cometer error de Tipo 2 (Dupont y Plummer 1990). Para α= 0,05, un poder estadístico de 95%, una pendiente z= 0,148 y una desviación estándar de los residuos del modelo lineal igual

a 0,085, el tamaño de muestra requerido es justo de n=18. Estos resultados nos permiten afirmar que una reducción en el tamaño de los remanentes boscosos nativos estudiados, provocó una pérdida significativa de la riqueza de especies de aves asociadas a dichos rodales. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Willson et al (1994) y Rozzi et al (1995) para islas virtuales y reales del archipiélago de Chiloé, respectivamente.

De acuerdo a los valores empíricos del exponente z entregados por la literatura, el valor de z = 0,148 sugiere que los fragmentos boscosos evaluados se comportaron como islas virtuales.

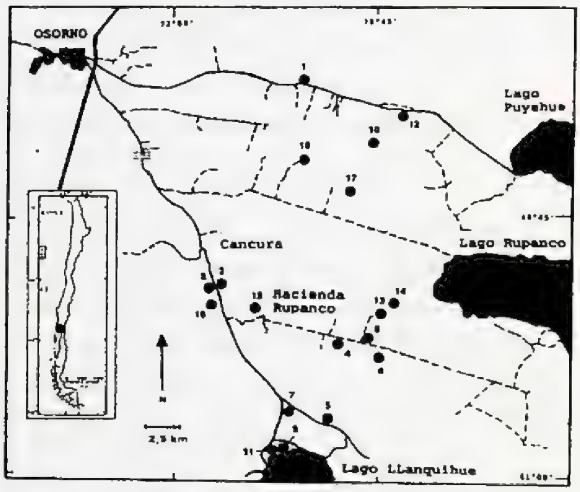


Figura 1.- Ubicación geográfica de los 18 fragmentos de bosque secundario estudiados durante 1996-1997, ubicados en Osorno, Chile.

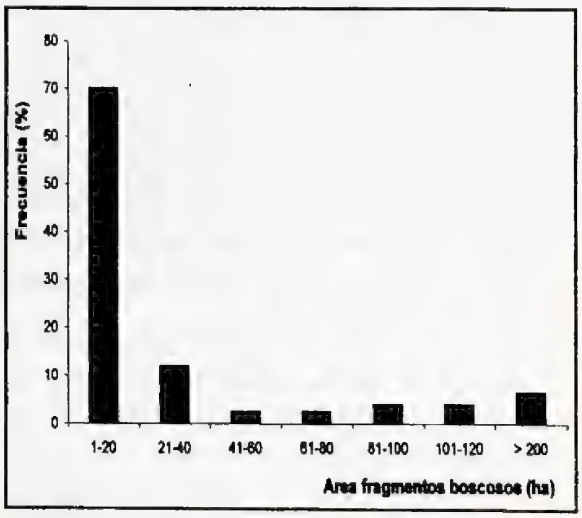


Figura 3.- Distribución de frecuencia del área de 50 fragmentos boscosos presentes en 173.000 ha. del área de estudio, Osorno.

El valor del exponente z, nos permitió evaluar el tamaño mínimo del fragmento boscoso que soporta la mayor riqueza de especies de aves. Se derivó gráficamente a partir de la curva especies-área (Brower et al. 1990). Y se aplicó una regla empírica, la cual señala que a un aumento del 90% de un área, el número máximo de incremento de especies nuevas sería del 10% (Giller 1984, Caughley y Sinclair 1994). Aplicada a los fragmentos boscosos evaluados, de esta regla se deriva que el tamaño del fragmento que soportaría la mayor riqueza de especies corresponde a 50 ha, mostrando correspondencia con la curva especies-área (Figura 2).

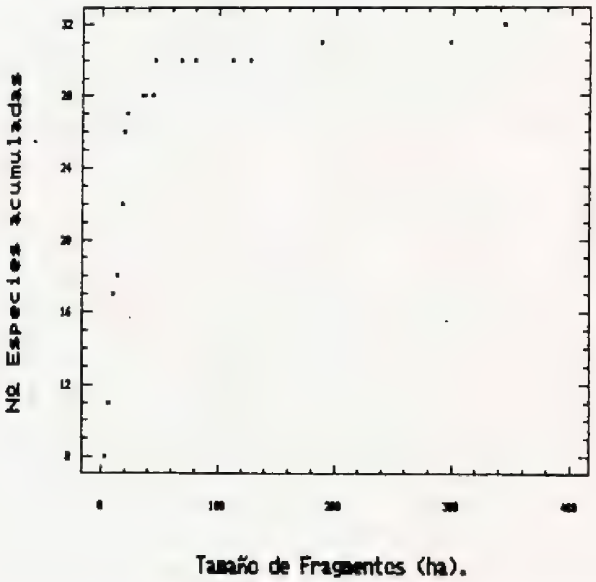


Figura 2.- Curva número de especies vs. área de los fragmentos boscosos estudiados, Provincia de Osorno, Chile.

Sin embargo, si bien 50 ha soportan la mayor riqueza de especies de aves, tal superficie presenta algunas limitaciones. Probablemente un área de 50 ha sea insuficiente para albergar poblaciones genéticamente viables de especies de aves con mayores requerimientos de hábitat y amplios ámbitos de hogar. Por ejemplo, especies como concón (**Strix rufipes**, King 1828), carpintero negro (**Campephilus magellanicus**, King 1828) (no registrado en los censos) y peuquito (**Accipiter bicolor**, Vieillot 1817), fueron observados sólo en fragmentos de gran tamaño (350, 350 y 188 ha respectivamente). Esto indicaría la inviabilidad

de fragmentos boscosos de 50 ha para la conservación de estas especies.

Por otra parte, considerar sólo el área mínima de un fragmento de hábitat carece de sentido si se mantiene el aislamiento entre ellos. El grado de aislamiento entre las islas también afecta negativamente la riqueza de especies, principalmente aquellas con capacidades de dispersión reducidas (Beier 1993). Para evitar ello, los fragmentos boscosos deben estar conectados por corredores biológicos. Estos reducirían los efectos negativos del aislamiento, al permitir la dispersión de las especies entre las islas, incrementar la disponibilidad de hábitat y favorecer el intercambio genético entre los individuos de las poblaciones de aves aisladas (Wilcox 1980, Noss 1987, Harris 1984, Inglis y Underwood 1992).

Otro factor importante referente al tamaño de los fragmentos es que, de acuerdo a la teoría de diseño de reservas, diversos autores plantean que es preferible una gran reserva, que varias aisladas de tamaño equivalente (Diamond 1986, Woolhouse 1987; Wilson y Willis 1975, Terborgh 1975). Sin embargo, la aplicación empírica de estos planteamientos, para preservar la riqueza de especies de aves presentes en los fragmentos boscosos estudiados, posee serias limitaciones y, al parecer, se adecúa más al segundo planteamiento. Esto, dado el alto grado de perturbación antrópica (actividad forestal y ganadera) a que están sometidos, que reducen progresivamente su superficie y, además, a la escasa disponibilidad de fragmentos boscosos grandes. La mayoría de los fragmentos boscosos en el área de estudio, son de tamaños inferiores a 50 ha (Figura 3) y poseen una superficie promedio de 39,4 ha, lo cual imposibilita la aplicación de reservas de gran tamaño para preservar y conservar la riqueza de especies de aves que albergan.

En síntesis, para preservar y conservar la riqueza de especies de aves y evitar posteriores extinciones en los fragmentos boscosos actualmente existentes en los predios agrícolas en el área de estudio, los fragmentos debieran tener superficies mayores a 50 ha., estar ubicados lo más cercano posible (Wilson y Willis 1975) y estar unidos por corredores biológicos. Además, se hace necesario esclarecer si las especies con mayores requerimientos de hábitat y ámbitos de hogar son capaces de establecer poblaciones viables en el tiempo en estos hábitats.

AGRADECIMIENTOS: El primer autor agradece sinceramente a los administradores de la Hacienda Rupanco, a la señora Ema Martin, a los señores Osbin Smith, Alfredo Chacón, Gustavo Geisse y Albert Kassel, por permitirle el acceso a los fragmentos boscosos ubicados en sus predios. A Eduardo Toledo, Soraya Sade, Gina Yubina, Tatiana Galindo y Paola Gatti, por su desinteresada colaboración en terreno.

REFERENCIAS

BEIER,P. 1993. Determining minimum habitat areas and habitat corridors for cougars. Conservation Biology 7:94-108.

BIBBY,C.J., N.D. BURGESS & D.A. HILL. 1992. Bird census techniques. British Trust for Ornithology and the Royal Society for the Proteccion of Birds. Academic Press. Hartcourt Brace & Company, Publishers. London.

BIERREGAARD,Jr. R.O & T.E. LOVEJOY. 1986. Birds in Amazonian forest fragments: effects of insularization. Pp. 1564-1579 en H. Quellet (ed.). Acta XIX Congressus Internationalis Ornithologici. Vol. 2. University of Ottawa Press. Ottawa, Canada.

BOECKELN,W.J & N.J. GOTELLI. 1984. Island biogeography theory and conservation practice: species-area or specious-area relationships? Biological Conservation 29:63-80.

BROWER,J., J. ZAR & C. VON ENDE. 1990. Field and laboratory methods for General Ecology. Brown Publishers. Dubuque, USA.

CAUGHLEY, G & A.R.E. SINCLAIR 1994. Wildlife ecology and management. Blackwell Scientific Publications. Cambridge, USA.

CONNOR,E.F., & E.D. MCCOY. 1979. The statistics and biology of the species-area relationship. American Naturalist 113:791-833.

DIAMOND,J.M. 1986. The design of natural reserves systems for Indonesian New Guinea. In: ME Soulé (ed.), Conservation biology. The science of scarcity and diversity. Sinauer Associates. Massachusetts. pp:485-503.

DI CASTRI,F. 1968. Esquisse ecologique du Chili. Biologie de L'amerique Australe 4:6-51.

DONOSO,C & A. LARA. 1995. Utilización de los bosques nativos en Chile: pasado, presente y futuro. En: JJ Armesto,J.J, C. Villagrán y M.K. Arroyo (eds.), Ecología de los bosques nativos de Chile. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. Pp:363-387.

DUPONT, W.D. & PLUMER, JR. 1990. Power and sample size calculations: a review and computer program. Controlled Clinical Trials 11:116-128.

GILLER,P.S. 1984. Community structure and the niche. Chapman & Hall, Publishers. New York, USA. 176 p.

HARRIS,L.D. 1984. The fragmented forest: island biogeography theory and the preservation of biotic diversity. University of Chicago Press.

INGLIS, G & A.J. UNDERWOOD. 1992. Comments on some designs proposed for experiments on the biological importance of corridors. Conservation Biology 6:581-586.

JANZEN,D.H. 1983. No park is an island: increase in interference from outside as park size decreases. Oikos 41: 402-410.

KELT,D.A. 1989. Biogeography and assemblage structure of small mammals across a transition zone in southern Chile. Unpublished master thesis. Northern Illinois University. DeKalb, Illinois.

MAC ARTHUR,R.H & E.O. WILSON. 1963. An equilibrium theory of insular zoogeography. Evolution 17:373-387.

MAC ARTHUR,R.H & E.O. WILSON. 1967. The theory of island biogeography. Monographs in Population Biology N°. 1. Princeton University Press. New Jersey.

NOSS,R.F. 1987. From plant communities to landscapes in conservation inventories: a look to the Nature Conservancy (USA). Biological Conservation 41:11-37.

PRESTON,F.W. 1960. Time and space and the variation of species. Ecology 41: 612-627.

ROSENZWEIG,M.L. 1995. Species diversity in space and time. Cambridge University Press. United Kingdom. 436 p.

ROZZI,R, J.J. ARMESTO, A. CORREA, J.C. TORRES-MURA & M. SALLABERRY. 1996. Avifauna de bosques primarios templados en islas deshabitadas del archipiélago de Chiloé, Chile. Revista Chilena de Historia Natural 69:125-139.

TERBORGH,J. 1975. Faunal equilibria and the design of wildlife preserves. En Golley,F.B & E. Medina (eds.), Tropical ecological systems: trends in terrestrial and aquatic research. Springer-Verlag. New York. Pp. 369-380

VEBLEN,T.T & D.H. ASHTON. 1978. Catastrophic influences on the vegetation of the Valdivian Andes, Chile. Vegetatio 36: 149-167.

WIENS,J. 1992. The ecology of bird communities. Vol. 2. Cambridge University Press. United Kingdom. 316 p.

WILCOX,B.A. 1980. Insular ecology and conservation. En Soulé,M.E y B.A. Wilcox (eds.), Conservation biology. Sinauer Assoc. Sunderland, Massachusetts. Pp. 95-117.

WILSON,E.O & E.O.WILLIS. 1975. Applied biogeography. En Cody,M.L y J.M. Diamond (eds.), Ecology and evolution of communities. Harvard Univ. Press. Cambridge, Massachusetts. Pp. 522-534.

WILLSON,M.F., T.L. DE SANTO, C. SABAG & J.J. ARMESTO. 1994. Avian communities of fragmented south-temperate rainforest in Chile. Conservation Biology 8:508-520.

WOOLHOUSE,M.E.J. 1987. On species richness and nature reserve design: an empirical study of UK woodland avifauna. Biological conservation 40:167-178.

SEXUAL DIMORPHISM IN CHAETOPHRACTUS VILLOSUS (MAMMALIA, DASYPODIDAE) BASED ON CRANIOMETRICAL CHARACTERS.[1]

SILVIA M. SQUARCIA[2], EMMA B. CASANAVE[3] & GUILLERMINA R. CIRONE[2]

ABSTRACT

We analyze craniometrical characters for sexual dimorphism of the south-American armadillo **Chaetophractus villosus**. Seventeen cranial measurements were taken in 37 adult armadillos (21 females and 16 males), and analyzed by a discriminant analysis. 89.2 % of the individuals were correctly classified, indicating that the function obtained is a good method for sexual separation. The basal length of the skull was the most important variable, but including palatal length improves the model.

Keys Words: Craniometry, Xenarthra, Armadillos, **Chaetophractus**, Discriminant Analysis.

INTRODUCTION

Chaetophractus villosus (Desmarest, 1804), is a common autochthonous mammal in Argentinean pampas. There is little information about its craniometrical morphometry. Squarcia et al. (1993, 1994) observed that the skull of females tends to be larger than those of males.

In this paper, we present a discriminant analysis based on quantitative skull characters. This was done to obtain a good classification rule for the sexes.

MATERIALS AND METHODS

We used thirty-seven adult armadillos **C. villosus** (21 females and 16 males) weighing 2.85 ± 0.78 kg, from Bahía Blanca, Province of Buenos Aires, Argentina.

Seventeen cranial characters were measured: total length (TL), basal length (BL), condylobasal length (CBL), palatal length (PL), length of the upper dental series (DSL), nasal length (NL), foramen magnum length (FML); maximal width (ML), rostral width (RW), interorbital width (IOW), cephalic width (CW), nasal width (NW), palatal width (PW), palatal width at molar 5 level (PW5), foramen magnum width (FMW), extracondilar width (ECW) and maximal height (MH). Measurements were taken using a digital caliper with a resolution of 0.01 mm. The measurements are defined in Squarcia et al. (1994).

A discriminant linear analysis was used to obtain a function to separate the sexes (Cuadras Avellana 1981). Variables were not transformed because there was a reasonable lineal dependence between them. Also, symmetry and dispersion of variables suggest fulfillment of the assumptions underlying the analysis.

The number of variables is considerable and the quantity of individuals in each population relatively scarce. Therefore, the Stepwise method of variables selection (Seber 1984) with "F - to enter"= 4, was applied. This was done using the BMDP7M program (Jennrich and Sampson 1983). In each step, we obtained

1 Grant of SEGCTY (UNS).

2 Laboratorio de Anatomía Comparada, Departamento de Biología y Bioquímica, Universidad Nacional del Sur (DByB-UNS), San Juan 670, (8000) Bahía Blanca, Argentina.

3 Laboratorio de Fisiología Animal, DByB (UNS). Member of the researcher Career of the Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Argentina.

the discriminant linear function. We also calculated the canonical variables. This was done to show clearer in a graphic the limits of classification when the function enters three or more variables. Then, the correlation among the canonical variable and each variable selected, was calculated (Cuadras Avellana 1981). This allowed us to explicate the canonical variables in terms of the selected ones.

To evaluate the accuracy of the method, the individuals were classified according to the function selected and the percentages of right assignment were calculated (Morrison 1967). As this estimation is biased, results were also evaluated with Jackknife method (Lachenbruch and Mickey 1968). Finally, 21 adult animals after collected (11 males and 10 females) were sexually classified, using the selected discriminant function.

RESULTS

Means and Standard deviations of the variables are shown in Table 1. The variables selected according to their discriminant power were, sequentially: BL, PL, ECW and NL (Table 2). The correlation between the selected variables and the canonical ones are shown in Table 3. For one variable, the discriminant function obtained was: Y= 1.55457+BL-118.16785. The rule of classification is: if Y>0, the individuals are females and if Y<0, males. The limit of classification is: BL=76.01 (Fig.1). This function correctly classifies 89.2% of the individuals, being 85.7% females (n=18) and 93.8% males (n=15).

TABLE 1 CRANIAL MEASUREMENTS (IN MM) OF C. VILLOSUS. MEAN+SD

VARIABLE	FEMALES	MALES
TL	92.5 ± 1.9	89.7 ± 1.6
BL	77.5 ± 1.7	74.5 ± 0.8
CBL	84.7 ± 1.9	81.5 ± 1.6
PL	53.3 ± 1.9	52.3 ± 0.9
DSL	42.9 ± 1.8	41.1 ± 0.7
NL	33.8 ± 1.8	33.2 ± 1.7
FML	10.5 ± 0.8	10.5 ± 0.9
ML	59.7 ± 2.0	58.2 ± 2.4
RW	13.2 ± 0.8	12.8 ± 0.8
IOW	24.6 ± 0.9	24.0 ± 0.8
CW	35.6 ± 1.7	34.7 ± 1.6
NW	6.9 ± 0.9	6.2 ± 0.7
PW	13.3 ± 0.8	12.9 ± 1.0
PW5	10.9 ± 0.6	10.3 ± 0.4
FMW	14.2 ± 0.6	14.1 ± 0.9
ECW	28.3 ± 1.1	27.6 ± 1.0
MH	32.2 ± 1.4	31.3 ± 0.9

For two variables, the function was: Y=2.7673 BL-1.4463 PL-133.98. The limit of classification is: PL=1.9134 BL-92.639 (Fig.1). It correctly assigned 91.9% of the sample (90.5% of the females, n=19, and as the other, 93.8% of the males, n=15).

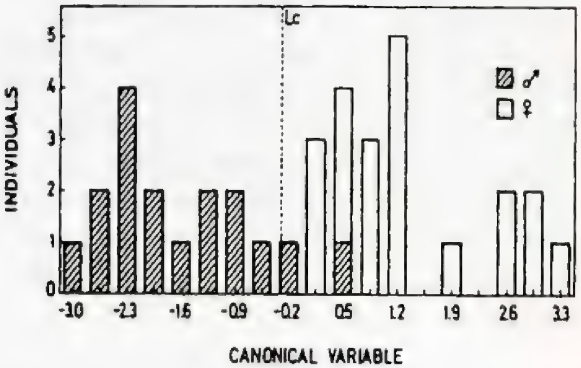


Fig.1 Distribution of individuals in the plain by formed basal length (BL) and palatal length (PL)

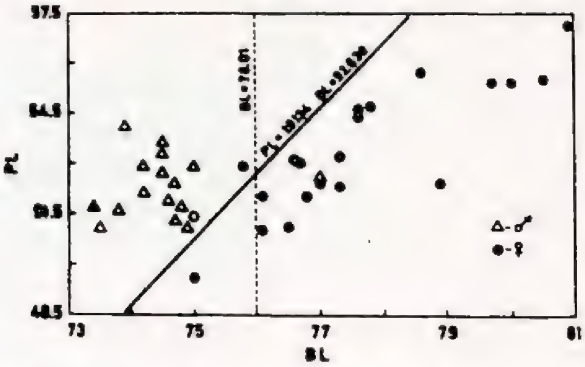


Fig. 2 Distribution of individuals in terms of the canonical variable, using three craniometrical variables (basal length, palatal length and extracondilar width). Lc: Limit of classification.

TABLE 2. F. STATISTIC FOR EACH VARIABLE AND EACH STEP OF STEPWISE METHOD. @1, @2, @3 AND @4: VARIABLES SUCCESIVELY SELECTED.

VARIABLE	STEP 0	1	2	3	4
TL	22.43	0.97	0.52	0.55	0.05
BL@1	42.38	--	--	--	--
CBL	29.60	1.58	2.94	1.82	0.72
PL @2	3.63	8.85	--	--	--
DSL	13.74	0.08	0.03	0.16	0.51
NL @4	1.04	0.41	3.68	4.11	--
FML	0.04	0.37	0.40	0.03	0.76
ML	4.62	0.21	0.24	0.48	0.03
RW	2.52	0.09	0.01	0.19	0.00
IOW	4.06	0.18	0.15	0.68	0.62
CW	2.84	0.03	0.16	0.22	0.17
NW	8.07	1.36	2.89	0.41	0.66
PW	2.45	0.04	0.05	0.00	0.42
PW5	11.34	1.18	0.58	0.04	0.20
FMW	0.20	0.05	0.10	2.06	2.41
ECW @3	4.45	3.66	6.11	--	--
MH	4.19	0.40	0.32	0.12	0.00

With three variables: Y=3.2116 BL-1.8286 PL+1.4728 ECW-188.7886. In this case, the percentage of correct classification is 97.3 % (100% of the females and, again, 93.8 of the males). As this function cannot be clearly shown graphically, the distribution of individuals is represented in terms of the canonical variable (V=1.078 BL-0.6138 PL+0.4944 ECW-63.57, Fig.2).

TABLE 3. CORRELATION COEFFICIENTS BETWEEN SELECTED VARIABLES AND CANONICAL VARIABLES, V1, V2, V3 AND V4: CANONICAL VARIABLES. BL, PL; ECW AND NL: SELECTED. LC: LIMIT OF CLASSIFICATION FOR THE CANONICAL VARIABLES.

VARIABLE	CORRELATION COEFFICIENTS V1	V2	V3	V4
BL	1.00	0.823	0.726	0.666
PL	-	0.241	0.212	0.195
ECW	-	-	0.235	0.216
NL	-	-	-	0.104
LC	-0.148	-0.178	-0.202	-0.218

When the fourth craniometrical variable is incorporated, the percentages of right classification remain constant in both populations.

When Jackknife method was applied in each discriminant function selected, percentages of correct assignation do not vary.

Finally, when the one variable function was evaluated including of 21 new specimens, it correctly assigned 82% of the males (n=9) and 90% of the females (n=9). Those percentages were similar when the two variables function was probed.

DISCUSSION

With our animals we obtained a good discrimination between sexes, as shown by the percentage of correct classification of the specimens. This was strengthened by testing the new sample. Basal length was the most important variable in the discrimination, as confirmed by the correlation between the selected variables and the canonical ones. If PL and ECW are considered, the function is a more efficient model.

However, the election of a model with one or more variables, must be decided considering the biological means of the work. Obviously, a one variable function is the more simple and practical model. Then, regarding the percentages of right classification of the two samples, we think that the one variable model is suitable. To improve the model, palatal length can be also selected.

It should be stressed that the discriminant technique is very sensitive to the statistics properties of those populations in which is intended to apply. Then, the results obtained should always be considered with care, and applied only to adult specimens.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors are grateful to Lic. Ricardo Camina from the Department of Mathematics, Universidad Nacional del Sur, for statistical advice.

REFERENCES

CUADRAS AVELLANA, C.M.1981. Métodos de Análisis Multivariante. Editorial Universitaria de Barcelona, Barcelona, 642 pp.

JENNRICH,R. & P.SAMPSON.1983.Stepwise discriminant analysis. In: BMDP Statistical Software, prog. 7m, pp. 519-537. W.J. Dixon ed., University of California Press, Berkeley.

LACHENBRUCK,P.A. & R. M. MICKEY. 1968. Estimation of error rates in discriminant analysis. Technometrics, 10 (1): 1-11.

MORRISON,D.F.1967.Multivariate Statistical Methods. Mc Graw Hill Book Company, New York, 338 pp.

SEBER,G.A.F.1984.Multivariate Observations. J. Wiley & Sons, New York, 686 pp.

SQUARCIA,S.M., E.B.CASANAVE & G. R. CIRONE. 1993.Morfometría craneana de **Chaetophractus villosus** (Mammalia, Dasypodidae). Iheringia, 75: 55-61.

SQUARCIA,S.M., E.B.CASANAVE & G. R. CIRONE. 1994. Morfometría craneana de **Chaetophractus villosus** (Mammalia, Dasypodidae). An. Mus. Hist. Nat. Valparaíso. 22:103-106.

LA TARUCA (HIPPOCAMELUS ANTISENSIS D'ORBIGNY, 1834), CERVIDAE, ARTIODACTYLA) EN LA PROVINCIA DE PARINACOTA, REGION DE TARAPACÁ, CHILE: POBLACIÓN, HÁBITAT & ALIMENTACIÓN (*).

WALTER SIELFELD (**), CRISTIAN CARRASCO (**),
GISELA GONZALEZ (***) Y JUAN TORRES (**)

ABSTRACT

Data on population, habitat and food of the taruca (**Hippocamelus antisensis** d'Orbigny, 1834) in the province of Parinacota, Región of Tarapacá, northern Chile are presented. This species has a population of 700-800 animals, apparently stable from 1987 to date, and inhabiting the Andean west slope from 3.000 to 4.000 m elevation. Its habitat is represented by mountain slopes of steep grade, covered by a "subandine thorn bush" and associated to the water flows of the sector.

The food included at least 29 species of plants, of which only three (**Medicago sativa, Melilotus indica** y **Erodium cicutarium**) are introduced ones. Alfalfa (**Medicago sativa**) is eaten all year round, without being an abundant item in the diet.

Key words: Parinacota province: northern Chile, Taruca, **Hippocamelus antisensis**, population, habitat, food.

INTRODUCCION

La taruca (**Hippocamelus antisensis** d´Orbigny, 1834) es un cérvido nativo de talla media que habita los altos Andes entre el norte de Argentina, norte de Perú y Chile (Cabrera, 1961; Grimwood, 1969; Redford & Eisenberg, 1992). Cabrera (1961) considera extinta esta especie en Ecuador.

En la República Argentina su área de distribución comprende cinco provincias: Jujuy, Salta, Tucumán, Catamarca y La Rioja (Cajal, 1983), donde su habitat principal son sierras pampeanas (cerros-islas) con elementos vegetales típicos del Dominio Chaqueño (distrito chaqueño serrano, zonas de transición con la vegetación de la Provincia del Monte, Provincia Prepuneña) y el Domino Andino (Cabrera, 1976). Estos cerros islas no tienen actualmente continuidad con la precordillera salvo algunos puntos tales como Famatina en La Rioja (Bonorino, 1958). Los corredores que originalmente comunicaban estos cerros-islas con la cordillera hoy han desaparecido debido a la acción humana (Cajal, op. cit.).

En el Perú la taruca habita zonas entre 3.950 y 4.200 m s.n.m. en crestas y laderas rocosas con vegetacion de gramíneas (Roe y Rees, 1976). Grimwood (1969) indica que la presencia de bosques de queñoa (**Polylepis** sp.) determinaría la distribución y presencia de la taruca en esa zona.

En territorio chileno esta especie habita exclusivamente los contrafuertes cordilleranos de las provincias de Parinacota e Iquique: Región de Tarapacá, donde produce daños en plantaciones agrícolas (Carrasco et al., 1992).

La taruca es catalogada como "especie vulnerable» según IUCN (1978). La población chilena también es incluída en la categoría «especie vulnerable» por la Corporación Nacional Forestal (CONAF, 1993) y en «situación crítica» en la República Argentina (Cajal, 1983), siendo causas principales de esta situación la caza furtiva y la destrucción de su hábitat (Miller et al., 1973; Jungius, 1974).

En el presente trabajo se comunican nuevos antecedentes sobre el tamaño actual de la población, hábitat y alimentación de la taruca en la provincia de Parinacota, norte de Chile, que

* Estudio financiado por el proyecto CONAF/PNUD/FAO-CHI/83/017

** Departamento Ciencias del Mar, Universidad Arturo Prat, Casilla 121, Iquique.

*** Area de Manejo de Areas Protegidas, Oficina Regional FAO, Santiago, Chile.

sirvió como base para el estudio de la interacción e impacto de esta especie sobre la agricultura de terrazas que caracteriza los poblados precordilleranos de la zona (Proyecto PNUD/ CONAF/CHI/83/017).

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio:

La provincia de Parinacota (9.801,5 Km^2) se encuentra ubicada en el extremo norte de Chile, contiguo al límite territorial con las repúblicas de Perú y Bolivia (Fig.1). Su centro geográfico aproximado corresponde a los 18°30'S y 69°15'W. La altitud varía desde alrededor de 1.500 m. s.n.m. en su límite oeste y los 6.342 m. s.n.m. del volcán Parinacota, ubicado en el sector más oriental.

Las precipitaciones de régimen tropical se desarrollan en los meses de diciembre a febrero, la precipitación anual es mínima (menor a 5 mm) en la parte más baja y alcanza, sin embargo, hasta alrededor de 400 mm anuales en las partes más altas (di Castri, 1969; Contreras et al., 1986).

Censos poblacionales:

Entre 1987 y 1989 se realizaron censos estacionales, basados en el recuento directo y total de animales (Carrasco et al., 1992). Para ello se utilizó 19 áreas censales delimitadas por CONAF (Corporación Nacional Forestal de Chile) en estudios previos (Fig.2). Los valores de censos del período 1984-86 y posteriores a 1989 son estimaciones realizadas por CONAF y facilitadas para el presente estudio en virtud de un convenio de cooperación CONAF/Universidad Arturo Prat). Después de 1990 no se han vuelto a realizar censos totales de la población.

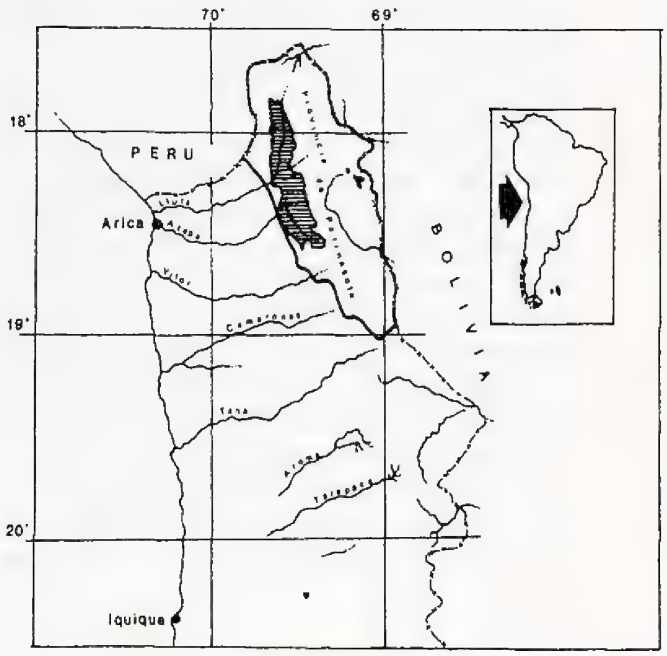


Figura 1: Ubicación geográfica del lugar de estudio (el sector de censos ha sido achurado)

Caracterización del hábitat:

Se realizaron observaciones entre noviembre 1986 y noviembre 1987 a lo largo del camino internacional Arica - Tambo Quemado, en los sectores de Ancache, Putre y Socoroma (Fig.1). En la tabla 2 se indican detalles para cada una de las observaciones, las que contemplaron uso de prismáticos 8x40 para reconocimiento de sexos y características del ambiente y fueron realizadas entre las 5:00 AM y 8:00 PM a distancias entre 20 y 3.000 m. A lo largo del estudio se efectuaron observaciones en 176 animales correspondientes a 48 grupos. Cada observación fue marcada sobre cartografía, registrándose características de altura, pendiente, vegetación y estructura geológica del lugar.

Herbario de referencia:

En cada lugar donde se observaron tarucas se tomó muestras de plantas con las que se realizó un herbario de referencia, del Programa de Gestión Ambiental (PROGESA) de la Universidad Arturo Prat (UNAP), cuya identificación se realizó por especialistas.

Paralelamente y a partir del herbario, se completó una colección de semillas y preparaciones histológicas como referencia para el posterior análisis de la composición de las fecas.

Colecta de fecas:

Se utilizó únicamente fecas de reciente deposición, seleccionados sobre la base de color y humedad interna. Las colectas fueron mensuales entre noviembre 1986 y diciembre 1987 en las siguientes localidades: Putre, Socoroma y Chapiquiña (Fig.1).

Análisis de fecas:

Este se realizó sobre la base del análisis microhistológico, previamente utilizado por

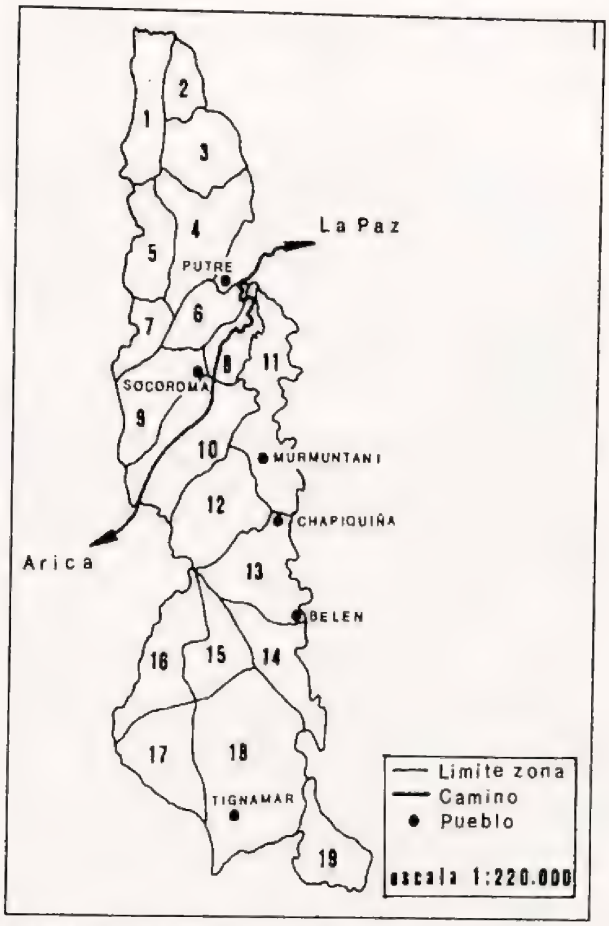


Figura 2: El área de estudio y los sitios censales en la provincia de Parinacota.

1. Pampa, 2. Huachipato, 3. Ancolacalla, 4. Incane, 5. Chilcane, 6. Tiliviri, 7. Ancache, 8. Aroma, 9. Socoroma, 10. Zapahuira 11. Precordillera, 12. Murmuntani, 13. Chapiquiña, 14. Pukará, 15. Pampa Cana, 16. Loma Oxaya, 17. Pampa Oxaya, 18. Cóndor, 19. Marquéz

Colomés (1978) y González y Jofre (1978). Las etapas básicas del método consideran separación del material mediante agitación con hidróxido de sodio, tinción con Sudan IV y montaje del material en gelatina glicerinada. El mismo proceso, previa trituración en mortero, se aplicó para las preparaciones histológicas de comparación realizadas sobre material del herbario.

Cada feca fue fragmentado en mortero y homogenizado con agua. Al azar se extrajo aproximadamente un 25% del total, tratado según la técnica anterior y distribuido en 10 portaobjetos. En cada uno se delimitó 76 campos que fueron analizados bajo 200 y 312 aumentos. Sumaron en total 760 campos por muestra.

El análisis de composición microhistológica de las fecas se realizó por comparación de los fragmentos vegetales de identificación conocida con aquellos de las fecas. La identificación misma se basó en los siguientes caracteres vegetales microhistológicos: a) forma y tamaño de las células epidérmicas, de los estomas y de los tricomas; y b) afinidad de estos elementos por el colorante. Por lo anterior, en todos los casos la acción al colorante se realizó a temperatura constante y tiempo constante para todas las muestras y colecciones de referencia.

El volumen de feca no utilizado en el análisis anterior fue sometido a revisión bajo un estereomicroscopio Leitz a fin de separar estructuras mayores tales como semillas y otras estructuras vegetales.

RESULTADOS

Tamaño de la población:

Los censos anuales realizados por CONAF en los períodos 1984 -1986 y 1989 -1990, así como los censos estacionales del proyecto FAO/PNUD/FAO-CHI/83/017 (tabla 1), mostraron una población total de 666 a 832 individuos (1990 y 1988 respectivamente), con un máximo de 832 individuos (1988). Estos cambios están probablemente determinados por variaciones pluviométricas y mayor o menor disponibilidad de forraje, que originan entrada y salida de animales en los límites norte y sur del área de estudio.

TABLA 1 LA POBLACIÓN DE LA TARUCA EN LA PROVINCIA DE PARINACOTA ENTRE 1984 Y 1990.

AÑOS	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Machos	84	133	154	240	281	247	295
Hembras	142	215	332	395	432	418	371
Crías	0	48	106	80	121	132	0
TOTAL	226	386	592	715	832	797	666

Los valores encontrados en los años 1984 - 1986 se inician con una población total de 226 individuos (1984) cuyo crecimiento poblacional a 592 individuos (1986) no es explicable sobre la base de las pariciones (tabla 1), siendo probablemente resultado de la paulatina agilización y mayor experiencia de los equipos de censadores en el avistamiento de animales.

Como explicación alternativa puede suponerse inmigración de individuos desde áreas aledañas, no contempladas en los censos y favorecida por la creciente protección de la especie en la zona. La existencia de barreras ecológicas en los margenes oeste (desierto abiótico) y este (estepa altoandina) circunscriben esta acción a los limites norte y sur del área de estudio.

Distribución altitudinal:

Todas las observaciones realizadas corresponden a un rango altitudinal de 3.000 a 4.000 m.s.n.m. (Tabla 2), con animales o en descanso o ascenso/descenso sobre laderas rocosas de pendiente acentuada. Los datos no indican preferencias en el grado de exposición al sol de las laderas.

Todas las laderas habitadas por tarucas forman parte de quebradas con cursos de agua dulce, permanente incluso en periodos de sequía.

TABLA 2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL HÁBITAT DE LA TARUCA (M = MACHO; H = HEMBRA; C =CERVATILLOS).

FECHA	NÚMERO ANIMALES			SITIOS DE CENSAJE	LUGAR, ALTURA Y CARACTERÍSTICAS DEL HÁBITAT
29/11/86	1	-	-	9	Quebrada Aroma; fondo de quebrada; bajando; bosque relicto de **Polylepis tarapacana** sobre cantos y bloques;.18:00; 3.500 m s.n.m.
30/11/86	2	2	-	5	Quebrada Ancache; ladera sur; en ascenso; 08:04; pendiente 60°; **Balbisia stichkinii** y **Atriplex microphyla** sobre rocas y rodados; 2.900 m s.n.m.
30/11/86	1	1	-	6	Cerro Colorado, sector Hilacollo; 16:00; **Polylepis tarapacana, Fabiana deserticola, Balbisia stichkinii** sobre suelo compacto; pendiente 40°; 3.600 m s.n.m.
08/01/87	2	3	-	9	Quebrada Aroma, ladera norte; en descanso; 17:15; pendiente 50°; **Balbisia stichkinii** y **Atriplex microphyla** sobre roca y pendiente arenosa; 2.900 m s.n.m.
13/04/87	-	1	-	6	Quebrada de Putre, sector antena; en descenso; 20:00; **Balbisia stichkinii** y **Atriplex microphylla** sobre suelo compacto; pendiente 40°; 3.800 m s.n.m.
16/04/87	1	-	-	9	Quebrada Aroma, ladera norte; en descanso; 18:40; **Festuca** sp., **Balbisia stichkinii** y **Fabiana deserticola** sobre pendiente de 50°; 3.000 m s.n.m.
16/01/87	1	2	3	9	Quebrada Socoroma, sector Coca; deambulación y pastoreoen ladera sur; **Balbisia stichkinii,Dunalia spinosa, Atriplex microphyla** sobre suelo pedregoso; pendiente 65°; 12:45; 2.900 m s.n.m.

25/06/87	-	1	-	9	Sector Chancoromani, ladera orilla del camino; en descenso; 18:30; pendiente 10°; suelo pedregoso y compacto; **Balbisia stichkinii, Polylepis tarapacana, Baccharis** sp.; 3.750 m s.n.m.
25/06/87	1	3	-	9	Sector Chancoromani: como el anterior.
26/06/87	-	1	-	9	Quebrada Socoroma, sector Coca; descanso y rumia; 11:15; pendiente 45°; jaral espinoso con **Balbisia stichkinii** como dominante; 3.100 m s.n.m.
25/08/87	1	1	1	10	Sector Altos de Putre, ladera de 47° con **Baccharis** sp., **Parastrephia** sp. y **Festuca** sp. ; 08:40; 3.900 m s.n.m.
25/08/87	1	1	-	4	Quebrada Laitane; ladera con jaral espinoso en pendiente de 36°; 3.250 m s.n.m.
25/08/87	1	1	1	4	Quebrada Ancolacaya; ladera con jaral de **Balbisia stichkinii** y **Atriplex microphyla**; pendiente de 44°; 3.200 m s.n.m.
25/08/87	1	4	-	4	Cerros de Ancolacaya; ladera de 47°; vegetación como anterior; 3.500 m s.n.m.
25/08/87	1	-	-	4	Cerros deTitine; pendiente 53°; **Atriplex microphyla, Balbisia stichkinii, Baccharis** sp., **Dunalia spinosa**; 3.300 m s.n.m.
26/08/87	1	3	-	6	Sector Chirilinco, sur de Putre; **Corryocactus brevistylus, Balbisia stichkinii, Polylepis tarapacana**; 40° de pendiente; 3.500 m s.n.m.
26/08/87	1	1	-	6	Ladera quebrada de Putre; vegetación como anterior; pendiente 53°; 3.600 m s.n.m.
26/08/87	1	1	1	6	Media ladera de quebrada Tiliviri; jaral espinoso; pendiente 52°; 3.400 m s.n.m.
26/08/87	1	1	-	6	Altiplanicie de Cerros Larranca; **Balbisia stichkinii**; pendiente 14°; 3.450 m s.n.m.
26/08/87	1	4	2	7	Media ladera quebrada Ancache; pendiente 55°; 3.200 m s.n.m.
26/08/87	1	2	-	7	Como el anterior; pendiente 44° ; 3.150 m s.n.m.

Vegetación:

Los avistamientos de los tarucas individualizadas en la tabla 2 indican que su presencia es exclusiva de zonas con vegetación del tipo «matorral espinoso subandino» (**sensu** Pisano, 1956), zona que se encuentra englobada en la categoría bioclimática «zona desértica de tendencia tropical marginal» de di Castri (1969). Constituye única excepción el grupo familiar observado con fecha 25/8/87 (tabla 3) en la parte alta de la quebrada de Putre, sector que corresponde a una situación ecotonal entre el señalado matorral espinoso y las formaciones altoandinas de tolar y pajonal.

El hábitat de la taruca incluye diversas formaciones vegetacionales, aspecto que depende fundamentalmente del grado de pendien-

te, exposición, características edafológicas y cercanía de los cursos de agua. Kalin et al. (1982) presentan un listado de especies para el sector Zapahuira/Putre como parte de un transecto vegetacional en los Andes entre 18-19°S. En el presente estudio se aumenta ese número de especies, sobre cuyo particular se informa en el apéndice, que representa la oferta vegetal, de la cual solo las especies presentadas en la tabla 5 fueron identificadas en las fecas.

En los cursos de agua se encontró como especies dominantes a **Cortaderia speciosa** Stapf., **Thelypteris argentina** (Hiern.) Abbiti, **Baccharis salicifolia** (R. et P.), **Lophopappus tarapacanus** (Phil.) Cabr. y **Dunalia spinosa** (Meyen) Dammer.

Las laderas presentan vegetación arbustiva perenne formada mayoritariamente por **Coreopsis suaveolans** Sherff., **Diplastephium meyenii** Wedd., **Baccharis santelicis** Phil., **Baccharis boliviensis** (Wedd.) Cabr., **Tarassa operculata** (Cav.) Krap, **Deyeuxia nardifolia** (Grieseb.) Phil., **Ephedra breana** Phil. y **Balbisia microphylla** (Phil.) Reiche.

En los sectores altos con protección al viento se agregan a las especies anteriores **Polylepis besseri** Hieron, que forma bosquetes de hasta 3 m de altura, mientras en situaciones con gran exposición a los vientos dominantes la vegetación arbustiva es reemplazada en grado variable por una comunidad de gramíneas formada por **Deyeuxia nardifolia** (Grieseb.) Phil. y **Festuca ortophylla** Pilger.

Uso del hábitat:

En tabla 3 se indica el tipo de actividad desarrollada por las tarucas previamente identificadas en tabla 1 y la hora en el momento de las observaciones.

Se concluye que descanso y/o rumia se inicia a media mañana (11:15 am) y concluye en la tarde (18:40 pm). Actividad de ascenso se detectó sólo en las primeras horas de la mañana después del alba (8:00 - 8:40 am) mientras los descensos hacia los lugares de alfalfa se realizan muy avanzada la tarde (17:15 pm adelante).

El estudio del comportamiento deambulatorio de un grupo familiar en el sector de Ancache (parte baja de la quebrada de Putre) resumido en tabla 4, permite concluir que a partir de la tarde se inicia el descenso hacia el fondo de la quebrada, donde se ubican los sectores de pastoreo (plantaciones de alfalfa) y bebederos. Iniciado el amanecer se produce un lento ascenso por las laderas acompañado de ramoneo de tallos florales y hojas de especies tales como **Balbisia microphylla** (Phil.) Reiche y **Coreopsis suaveolans** Sherff.

El ascenso culmina cerca del mediodía al pie de un alero rocoso o farellón. Se realiza allí descanso y rumia. Avanzada la tarde se inician juegos y revuelcos en un arenal del sector. A media tarde y cerca del atardecer se inicia nuevamente el descenso hacia los sectores de pastoreo.

El grupo estudiado presentó migraciones altitudinales diarias entre el fondo de la quebrada y 350 a 400 m por sobre ese nivel en las laderas.

TABLA 3 OBSERVACIONES SOBRE COMPORTAMIENTO GENERAL Y DEAMBULACIÓN DE LAS TARUCAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO (M = MACHO, H = HEMBRA, C = CERVATILLO).

N°	Sector	Fecha	Hora	M	H	C	Lugar y hábitat
1	9	29/11/86	10:00	1			Quebrada Aroma: estacionario en la ladera norte
2	5	30/11/86	08:04	2	2		Quebrada Ancache, lado sur, en ascenso
3	6	30/11/86	16:00	1	1		Cerro Colorado, sector Huillacollo: en rumia
4	9	08/01/87	17:15	2	3		Quebrada Aroma, ladera norte: en descenso

5	6	13/04/87	20:00	1			Quebrada Putre, antena: bajando
6	9	16/04/87	18:40	1			Quebrada Aroma, ladera: estacionario
7	9	16/04/87	12:30	4	2	3	Quebrada Socoroma, Coca: ladera sur, pastoreo siguiendo curva de nivel
8	9	25/06/87	18:30	2	3		Chancoromani, bajando en ladera
9	9	25/06/87	18:30	1	3		Chancoromani, bajando ruta caminera
10	9	26/06/87	11:15				Coca: ladera, en descenso
11	5	25/08/87	08:40	1	1	1	Alto Putre, Las Cuevas: ladera sur, en ascenso
12	5	25/08/87	17:50	1	1	1	Quebrada Ancache: ladera norte, bajando

TABLA 4 COMPORTAMIENTO DEAMBULATORIO DE UN GRUPO FAMILIAR (1 HEMBRA, 2 MACHOS, 1 JUVENIL) EN EL SECTOR DE ANCACHE, QUEBRADA DE PUTRE 27-28/8/87. LAS ALTURAS FUERON INFERIDAS DE CARTOGRAFÍA IGM Y UTILIZANDO COMO COTA CERO EL NIVEL DE LOS POTREROS DE ALFALFA DEL SECTOR.

Hora	Altura	Actividad
15:00	350 m	Todos los individuos en posición de descanso sobre el suelo y en actividad de rumia
16:30	350 m	Un macho y la hembra erectos, realizando deambulaciones cortas por el sector
17:48	350 m	Dos individuos mantienen su posición de descanso; un macho y la hembra en bajada oblicua sobre la ladera, con ramoneos de **Balbisia microphyla** (Phil.) Reiche.
17:55	325 m	El macho ha ascendido desde un punto más inferior y arrea ladera abajo a los individuos en descanso, utilizando su cornamenta
18:15	200 m	El rebaño en proceso de bajada, entra en una quebrada sin agua
18:30	150 m	En explanada arenosa, se realizan juegos de persecución, enfrentamiento y baños de arena
18:55	150 m	Se reinicia la bajada a trote lento; observación dificultada por falta de luz
21:00	50 m	Presencia del grupo en el fondo de quebrada contigua a cultivos de alfalfa y aparentemente bebiendo agua
23:40	0 m	Rodeo e ingreso a los potreros de alfalfa, con ramoneo de ramillas florales
06:45	0 m	Abandono de los potreros de alfalfa
07:15	-100 m	Fondo de quebrada contigua al sector
09:00	100 m	En rápido ascenso en ladera opuesta a la del día anterior

Observación directa sobre pastoreo:

Las observaciones en el sector de Chapiquiña mostraron que el ramoneo se produce a la altura del pecho, donde un macho de un grupo de siete individuos ramoneó por 15 minutos solamente **Balbisia microphyla**. Una hembra del mismo grupo consumió reiteradamente la misma especie en conjunto con **Coreopsis suaveolens**. En ambos casos el ramoneo fue de ramillas en floración.

En el sector de Coca un grupo formado por 14 animales ramoneó las siguientes especies: **Nasella pubiflora, Chenopodium petiolare, Cherdodoma jodopappa** y **Ambrosia artemisioides**.

Alimentación:

Los restos fecales mostraron presencia de esporangios de **Pterydophyta** indet. durante todos los meses del estudio y fragmentos de **Bryophyta** indet. en Octubre. La presencia de semillas fue frecuente y abundante a lo largo de todo el año (Tabla 5), en especial en el período otoño-invierno (abril - julio). Las especies más frecuentes fueron **Tarasa aff. operculata, Chenopodium petiolare** y **Spergularia fasciculata** (sobre 70% de frecuencia).

TABLA 5 PRESENCIA DE SEMILLAS DURANTE LOS ANÁLISIS MENSUALES DE LAS FECAS.

ESPECIES	Meses												Presencia
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	(%)
Tarasa aff. operculata	+		+	+	+	+		+	+	+	+		82,0
Chenopodium petiolare			+	+	+	+	+	+		+	+	+	82.0
Spergularia fasciculata			+	+	+	+	+	+	+	+			73,0
Solanum fragile	+			+	+	+		+		+			55,0
Verbena gynobasis				+		+	+	+			+		55,0
Philippiamra amaranthoides	+				+	+	+						36,0
Balbisia microphylla				+	+	+							27,0
Atriplex sp.			+	+									18,0
Gramineae						+			+				18,0
Melilotus indicus							+	+					18,0
Melilotus aff. indicus								+					9,0
Medicago sativa								+					9,0
Philippiamra sp.				+									9,0
Sisymbrium fragile						+							9,0
Junellia aspera				+									9,0

El análisis microhistológico (Tabla 6) indicó consumo de **Medicago sativa** y/o **Melilotus indica**, durante todo el año. Aún cuando ambas especies son identificables por sus pelos unicelulares y glandulares, mostraron no ser separables histologicamente entre sí. La presencia de semillas de la segunda especie (Tabla 5) asegura su consumo, siendo sin embargo una hierba estacional, el consumo durante el resto del año debe corresponder a la primera especie. La presencia de cristales hialinos típicos de parénquima de algunas leguminosas del tipo Caesalpinaceae y Papilionaceae indicó pastoreo de **Senna birostris** var. **arequipensis** (Cesalpinaceae), también representada todo el año. Las Papilonaceae **Lupinus oreophillus** y **Spartium junceum** fueron descartadas por no presentar las señaladas características del parénquima.

Balbisia microphylla, cuyo ramoneo fue observado en terreno y cuya presencia de semillas caracterizó las fecas de abril y junio (Tabla 5), fue también detectada a partir de microestructuras, siendo un ítem importante por su presencia a lo largo de todo el período anual del estudio.

Esporas y esporangios de Pteridophyta caracterizaron todas las muestras analizadas. Su análisis mostró correspondencia con especies adiantáceas sin ser posible su identificación específica. Sin embargo, a partir del catálogo botánico del sector son probables **Notholaena nivea, Cheilanthes pruinata, Pellaea ternifolia** o todas ellas, abundantes en el área. La presencia de escamas permitió identificar a **Notholaena arequipensis**.

Por sus pelos estrellados se reconoció la familia Malvacea, que según las colectas de herbario puede corresponder a **Tarassa** aff. **operculata,** previamente citada a partir de semillas , **Cristaria** sp., o a ambas.

Con relación a la familia Chenopodiaceae no se manifiesta coincidencia entre meses con presencia de semillas y aquellos con microestructuras, aún cuando el consumo de flores hojas y frutas debe ser conjunto. Sin embargo, el período de semillación corresponde al período marzo - abril, lo que explica su presencia en esa fecha en las fecas. Por comparación con las muestras de referencia el pastoreo parece afectar únicamente a **Chenopodium petiolare.**

Estructuras microhistológicas de la familia Solanacea no fueron identificables con exactitud. Pero la detección de semillas de **Solanum fragile** hacen suponer que las microestructuras pertenecen a la misma especie.

Las presencia de abundantes granos de polen, no necesariamente debe reflejar consumo directo, sin embargo al asociar presencia de poros, espinas, pelos, y otras microestructuras (tabla 6), se concluyó que polen de **Oxybaphus elegans, Tarassa** aff. **operculata, Balbisia microphylla** y **Chenopodium petiolare** encontrado en fecas del mes de abril 1987, correspondió efectivamente a consumo de flores de esas especies. Finalmente se encontraron con alta frecuencia pelos pluricelulares, teñidos y de pared lisa que fueron atribuyeron a **Spergularia fasciculata** (Caryophyllacea), **Fabiana densa** var. **ramulosa** (Solanacea) y **Coreopsis suaveolans** (Compositae).

En Tabla 6 se presenta una síntesis de las observaciones directas sobre alimentación, la presencia de semillas y el análisis microhistológico.

TABLA 6 ESPECIES VEGETALES CONSUMIDAS POR LA TARUCA EN LA PROVINCIA DE PARINACOTA.

ESPECIE	Semillas	Tejidos	Observación
ADIANTHACEAE			
Notholaena arequipensis		X	
EPHEDRACEAE			
Ephedra breana		X	
GRAMINEAE			
Nacella pubiflora			
Sp. indet.	X		X
CESALPINEACEAE			
Senna birostris		X	
CARYOPHYLACEAE			
Spergularia fasciculata	X	X	
CHENOPODIACEAE			
Chenopodium petiolare	X	X	X
Atriplex glaucescens	X	X	
COMPOSITEAE			
Ambrosia artemisioides			X
Chersodoma jodopappa			X
Coreopsis suaveolans		X	
CRUCIFERAE			
Sisymbrium fragile	X		
GERANIACEAE			
Erodium cicutarium		X	
HYDROPHYLACEAE			
Phacelia pinnatifida		X	
KRAMERIACEAE			
Krameria iluca		X	
LEDORACEAE			
Balbisia microphyla	X	X	
MALVACEAE			
Tarasa operculata	X	X	
NYCTAGINACEAE			
Oxybaphus elegans		X	
PAPILIONACEAE			
Medicago sativa	X	X	X
Melilotus indica	X		
Spartium junceum		X	
Lupinus oreophilus		X	
PORTULACACEAE			
Philippiamra amaranthoides	X		
SOLANACEAE			
Solanum fragile	X		
Fabiana densa		X	
VERBENACEAE			
Junellia aspera	X		
Verbena hispida		X	
Verbena gynobasis	X		

CONCLUSIONES

La provincia de Parinacota alberga una población de alrededor de 830 tarucas con una producción anual entre 80 y 130 crías, que habita la «zona desértica de tendencia tropical marginal», caracterizada por la presencia de formaciones vegetacionales del tipo «matorral espinoso subandino».

Su hábitat se caracteriza por gran irregularidad con profundas quebradas y laderas de gran pendiente que son parte de los contrafuertes cordilleranos de la zona. La presencia de la taruca por lo general también está sujeta a la presencia de aguas corrientes en los fondos de las señaladas quebradas.

Para los grupos que frecuentan los alfalfales, el uso del hábitat incluye migraciones diarias desde la parte alta de las laderas, consideradas sitios de descanso y los fondos de las quebradas que representan sectores de pastoreo y disponibilidad de agua. Los descensos se inician cerca del atardecer y los ascensos antes del alba. El pastoreo es fundamentalmente nocturno.

Sobre la base de observaciones directas, presencia de semillas en fecas y análisis microhistológico de estas últimas, se infiere que la taruca se alimenta de al menos 29 especies de vegetales pertenecientes a 17 familias: 1 Pterydophyta, 1 Gymnosperma, una especie de Gramineae y las restantes del tipo Fanerogama Dicotiledonea.

De las 29 especies sólo tres (**Medicago sativa, Melilotus indicus** y **Erodium cicutarium**) son especies introducidas, las restantes son nativas y propias de secanos y laderas rocosas de las quebradas de la zona.

Conformaron la dieta durante todo el año (100%) las siguientes especies: **Medicago sativa, Senna birostris, Balbisia microphylla, Spergularia fasciculata, Coreopsis suaveolans, Fabiana densa, Erodium cicutarium, Tarassa operculata** y representantes no identificados de las familias Solanacea y Adiantacea.

De las especies anteriores, son leñosas, perennes y de período vegetativo prolongado **Tarassa operculata, Balbisia microphylla, Coreopsis suaveolans** y **Fabiana densa** las que muy probablemente constituyen el alimento base que sustenta la población de tarucas. Su floración se produce prácticamente a lo largo de todo el año y la abundancia de tejidos epidérmico, estomas y otras estructuras epidérmicas indican consumo de ramillas tiernas, posiblemente florales y poco lignificadas.

Es ocasional el consumo de otras especies leñosas tales como **Krameria iluca** en primavera-verano y **Ephedra breana** ocasional a lo largo de todo el año (73%).

Junto con las especies anteriores se ingiere a lo largo de todo el año las siguientes especies de tipo herbáceo y efímero: **Erodium cicutarium** y **Spergularia fasciculata**. Complementos herbáceos ocasionales son **Chenopodium petiolare, Oxybaphus elegans** y **Phillipiambra amaranthoides** en otoño, **Phacelia pinatifida** y **Solanum fragile** en otoño-invierno, **Verbena hispida** en primavera-verano, **Verbena gynobasis** y **Melilotus indica** en invierno.

A pesar de la abundancia y relativamente alta biomasa, no se detectó consumo de las siguientes especies leñosas y resinosas: **Bacharis salicifolia, B.santelicis, B.petiolata** y **B. boliviensis, Lophopapus tarapacanus, Acantholoppia tarapacana, Parasthrephia lepidophylla, Piqueria floribunda** y **Trixis cacaloides** ni de las especies leñosas y espinosas: **Chuquiraga spinosa , Adesmia spinossisima** y **A.aegiceras**.

El consumo de alfalfa (**Medicago sativa**) es permanente durante todo el año. No constituye sin embargo un ítem abundante en la composición de las fecas y solo son consumidas ramillas florales, durante la noche cuando las tarucas visitan los abrevaderos en los fondos de las quebradas, y cercanos a los cultivos en terrazas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus reconocimientos a la Organización de la Naciones Unidad para la Agricultura y la Alimentación que a través del Programa de la Naciones Unidad (PNUD)

financión este Proyecto. A los Sres. Clodomiro Marticorena y Oscar Mathei (U. de Concepción) y Otto Zöllner (U. Católica de Valparaiso) por haber identificado las plantas. A los Sres. Eduardo Nuñez, Rosalindo Palma, Germán Vásquez y Germán Blanco de CONAF - I. Región, por el apoyo prestado en el desarrollo del estudio.

REFERENCIAS

BONORINO, F.G. 1958. Orografía. La Argentina suma de geografía. T. III. Ed. Peuser, Buenos Aires, p. 2-10.

CABRERA, A. 1961. Catálogo de los mamíferos de América del sur II (Sirenia, Perissodactyla, Artyodactyla, Lagomorpha, Rodentia, Cetacea). Rev.Mus.Argentino C.N. "Bernardino Rivadavia", Ciencias Zoológicas, 4(1): V-XXII: 309-732.

CABRERA, A. 1976. Regiones Fitogeográficas Argentinas. Enciclopedia Arg. de Agricultura y Jardinería, T. II, Fasc. 1, Ed. ACME, Buenos Aires, 85 pp.

CARRASCO, C., W. SIELFELD, G. GONZÁLEZ y J. TORRES. 1991. La taruca (**Hippocamelus antisensis**) y la interacción con el hombre en la Primera Región de Chile. Seminario Internacional sobre Cérvidos Nativos e Introducidos en Chile. , p. 38-49, Osorno, Chile.

CAJAL, J.L. 1983. La situación de la taruca en la Provincia de la Rioja, República Argentina. Programa Nacional de Recursos Naturales Renovables, Bs. Aires. 15 p.

CASTRI, F. di. 1969. Biologie de L'Amerique Australe. Ed. Centre National Recherche Scientifique, Paris, vol. IV, 33 pp.

COLOMES, A. 1978. Biología y ecología del huemul chileno (**Hippocamelus bisulcus**). Estudio de sus hábitos alimentarios. Tesis Lic. Agronomía Santiago, Chile, Universidad, Facultad de Agronomía. 73 p.

CONTRERAS, M., LANINO, I., GONZÁLEZ, L. & ARENAS, J. 1986 Informe I: Antecedentes generales de la Primera Región de Chile. Proyecto CONAF/PNUD/FAO-CHI/83/017. 98 p.

CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL. 1993. Libro Rojo de los Vertebrados Terrestres de Chile. (A. Glade ed.), Santiago de Chile, 65 pp.

GONZÁLEZ, Z. y C. JOFRE. 1978. Técnicas para análisis de contenido estomacal en roedores. Noticiero Mensual, Mus. Nat.Hist. Nat., 31(226).

GRIMWOOD, I. R. 1968. Notes on the distribution and status of some Peruvian mammals. Special Publication 21, 1969, Am.Comm. for International Wildlife Protection and N. Y. Zool. Soc. Bronx. 86 p.

I.U.C.N. 1976. Red Data Book. Morges, Suiza.

JUNGIUS, H. 1974. Beobachtungen am Weisswedelhirsch und an anderen Cerviden in Bolivien. Z. F. Säugetierkunde Bd. 39: 373-383.

KALIN,M., M. VILLAGRAN, C. MARTICORENA, C. & ARMESTO. 1982. Flora y relaciones biogeográficas en los Andes del Norte de Chile (18° - 19° S). Pp. 71-92. En: El hombre y los ecosistemas de montaña. MAB-6. El ambiente natural y las poblaciones humanas de los Andes del Norte de Chile (Arica, Lat. 18°28' S). Vol. I. La vegetación y los vertebrados inferiores de los pisos altitudinales entre Arica y el Lago Chungará. VI+327 pp.

MILLER,S., J. ROTTMANN y R. D.TABER. 1973. Dwindling and endangered ungulates of Chile: **Vicugna, Lama, Hippocamelus** and **Pudu**. Transactions of the Thirty- Eigtht North American Wildlife and Natural Resources Conference, Washington, U.S.A.

PISANO, E. 1956. Esquema de clasificación de las comunidades vegetales de Chile. Agronomía 2(1): 30-33.

REDFORD, K.H. y J.F. EISENBERG. 1992. Mammals of the Neotropic. The University of Chicago Press. Vol. 2, 239-241.

ROE, N. A. & REES, W. E. 1976. Preliminary observations of the taruca (**Hippocamelus antisensis:** Cervidae) in southern Perú. J. Mammalogy, 57(4): 727-730.

VILLAGRAN, C., M. KALIN y J. ARMESTO. 1982. La vegetación de un transecto altitudinal en los Andes del Norte de Chile (18-19°S). Pp. 13-23. En: El hombre y los ecosistemas de montaña. MAB-6. El ambiente natural y las poblaciones humanas de los Andes del Norte Grande de Chile (Arica, Lat. 18°28'S). Vol. I. La vegetación y los vertebrados inferiores de los pisos altitudinales entre Arica y el Lago Chungará. 327 pp.

APÉNDICE: CATÁLOGO BOTÁNICO DEL ÁREA DE ESTUDIO

PTERYDOPHYTA
Familia Adiantaceae
Cheilanthes pruinata Kaulf.
Notholaena nivea (Poir.) A.N.Desv.
Notholaena arequipensis Maxon
Pellaea ternifolia (Cav.) Link. var. **ternifolia**
Familia Thelypteridaceae
Thelyptheris argentina (Hieron.) Abbiatti
GYMNOSPERMAE
Familia Ephedraceae
Ephedra breana Phil.
MONOCOTYLEDONEAE
Familia Amaryllidaceae
Bomarea involucrosa (Herb.) Baker
Hippeastrum sp.
Familia Bromeliaceae
Tillandsia landbeckii Phil.
Familia Gramineae
Bromus catharticus Vahl
Critesion muticum (J. Presl) Löwe
Critesion secalinum (Schreb.) Löwe
Nassella pubiflora (Trin. et Rupr.) Desv.
Deyeuxia nardifolia (Griseb.) Phil.
Festuca orthophylla Pilger
Stipa subaristata (Matthei) Caro
Familia Juncaceae
Juncus sp.
DICOTYLEDONEAE
Familia Amaranthaceae
Gompherena meyeniana Walp
Familia Boraginaceae
Cryptantha calycina (Phil.) Reiche.
Familia Caesalpinaceae
Senna birostris (Domb. ex Vogel) Irw. et Barneby var. **arequipensis**
Hoffmanseggia ternata Phil.
Familia Campanulaceae
Hypsela reniformis (H.B.K.) K. Presl
Familia Caryophyllaceae
Spergularia fasciculata Phil.
Paronychia microphylla Phil. var. **microphylla**
Pycnophyllum bryoides (Phil.) Rohrb
Familia Chenopodiaceae
Chenopodium petiolare H.B.K.
Atriplex glaucescens Phil.
Familia Compositae
Ambrosia artemisioides Meyen et Walp.
Baccharis bolviensis (Wedd.) Cabr.
Baccharis incarum Wedd.
Baccharis petiolata D.C.
Baccharis salicifolia (R. et P.) Pers.
Baccharis santelicis Phil.
Bidens andicola H.B.K. var. **descomposita** O.K.
Coreopsis suaveolens Sherff
Chersodoma jodopappa (Sch. Bip.) Cabr.
Chuquiraga spinosa Less. ssp. **rotundifolia** (Wedd.) Ezc.
Diplostephium meyenii Wedd.
Gnaphalium sp.
Hypochaeris meyeniana (Walp.) Griseb.
Hypochaeris stenocephala (A.Gray ex. Wedd.) O.K.
Lophopappus tarapacanus (Phil.) Cabr.
Mutisia acuminata R. et P. var. **hirsuta** (Meyen) Cabr.
Mutisia hamata Reiche
Parastrephia lepidophylla (Wedd.) Cabr.
Plazia daphnoides Wedd.
Piqueria floribunda D.C.
Polyachyrus sphaerocephalus D.Don
Schkunria multiflora H. et A.
Senecio ctenophyllus Phil.
Senecio zoellneri Martic. et Quez.
Senecio reicheanus Cabr.
Stevia hyssopifolia Phil.
Sonchus oleraceus L.
Tagetes multiflora H.B.K.
Viguiera pazensis Rusby
Villanova robusta Phil.
Werneria poposa Phil.
Familia Cruciferae
Descurainia sp.
Lepidium sp.
Lepidium chichicara A.N. Desv.
Sisymbrium fragile Wedd.
Familia Geraniaceae
Erodium cicutarium (L.) L'Hérit. ex Aiton
Familia Hydrophyllaceae
Phacelia pinnatifida Griseb. ex Wedd.
Familia Krameriaceae
Krameria iluca Phil.
Familia Ledocarpaceae
Balbisia microphylla (Phil.) Reiche
Familia Loasaceae
Caiophora sepiaria (R. et P. ex G.Don) Macbr.
Familia Malvaceae

Cristaria sp.
Tarasa operculata (Cav.) Krap.
Tarasa tenella (Cav.) Krap.
Familia Nyctaginaceae
Oxybaphus elegans Choisy
Familia Onagraceae
Epilobium denticulatum R. et P.
Familia Papaveraceae
Argemone hunnemannii Otto et Dietr.
Familia Papilionaceae
Adesmia aegiceras Phil.
Adesmia spinosissima Meyen ex Vogel
Adesmia verrucosa Meyen
Dalea pennellii (Macbr.) Macrb.
Lupinus oreophilus Phil.
Medicago sativa L.
Melilotus indica (L.) All.
Spartium junceum L.
Familia Plantaginaceae
Plantago limensis Pers.
Familia Polygonaceae
Muehlenbeckia hastulata (J.E. Sm.) Johnst.
Familia Portulacaceae
Philippiamra amaranthoides (Phil.) O.K.
Philippiamra sp. 1
Philippiamra sp. 2
Familia Scrophulariaceae
Bartsia bartsioides (Hook.) Edwin
Bartsia meyeniana Benth.
Calceolaria pulchella Phil.
Familia Rosaceae
Polylepis besseri Hieron.
Familia Santalaceae
Quinchamalium chilense Mol.
Familia Solanaceae
Cacabus sp.
Dunalia spinosa (Meyen) Dammer
Fabiana densa Remy var. **ramulosa** Wedd.
Lycopersicon chilense Dunal
Nicotiana undulata R. et P.
Reyesia juniperoides (Werd.) D'Arcy
Solanum fragile Wedd.
Solanum lycopersicoides Dunal
Solanum phyllanthum Cav.
Familia Verbenaceae
Acantholippia tarapacana Botta
Junellia aspera (Gill. et Hook.) Mold.
Junellia juniperina (Lag.) Mold.
Verbena gynobasis Wedd.
Verbena hispida R. et P.

RESPUESTA DE MICROMAMIFEROS DE CHILE CENTRAL A INCENDIOS FORESTALES.

SERGIO O. ZUNINO, MARCELO GARRIDO & CLAUDIO LILLO.

ABSTRACT

The community of small mammals in a sclerophyllus shrubland which had recently burnt was studied over 14 consecutive months in the Reserve Lago Peñuelas, precisely in the middle of the Mediterranean zone of Chile. Values of species diversity richness and abundance were obtained are compared with those of a control area.

Both communities showed differences in the specific evenness and dominance. Species richness, Relative Density Index (RDI) and diversity are quite similar, and the composition of the communities are identical.

The area is burnt in favorable to **Phyllotis darwini**, a species that has an unnoticeable preference for dry and open settings. On the other hand, **Abrocoma bennettii**, **Akodon longipilis** and **Oligoryzomys longicaudatus** are negatively affected, and they will reappear as the landscape is renewed. According to our results, **Phyllotis darwini** is a settler which follows the demographic-ethological model.

Key words: Rodentia, forest fire, central Chile, community, small mammals, shrublands.

Las regiones de clima mediterráneo: cuenca mediterránea euro - africana, California, Sudáfrica, sur de Australia y Chile, poseen el matorral esclerófilo más importante. Sus características morfo-fisiológicas asociadas a condiciones climáticas especiales y al fuerte impacto ambiental, convierten a estas formaciones vegetacionales en áreas donde la generación de incendios forestales es casi inevitable.

Los incendios forestales en Chile y en especial en su región a tendencia mediterránea, son muy habituales. Entre 1993 y 1998 se produjeron 11.358 siniestros que consumieron 134.400 ha (CONAF, 1998).

A pesar que el fuego ha provocado empobrecimiento en las comunidades vegetales centro-chilenas, Armesto y Gutiérrez (1978) estiman que su participación no tiene gran importancia. En cambio para Avila et al. (1981) el fuego sí ha sido un elemento particularmente negativo en la variación de la composición florística del paisaje. Para Trabaud (1981), la actual estepa o espinal de **Acacia caven** es la resultante de los efectos de incendios regulares asociados a pastoreo sobre el bosque esclerófilo.

Gajardo (1981) estima que el matorral de Chile central es producto de la sobreexplotación en donde los incendios forestales debieron de participar en forma activa.

Las reacciones post-incendios de las comunidades de mamíferos son variadas, contradictorias y en muchos casos desconocidas. Al respecto Bendell (1974) estima que el 63% (24 especies) de las poblaciones de mamíferos se muestran indiferentes a los efectos del fuego. Wright & Bailey (1982) citan que tanto aves como mamíferos siempre reaccionan de alguna manera a los incendios, sea aumentando o disminuyendo sus densidades. Igual opinión tienen Athias-Binche et al. (1987), incluso señalan que el fuego provoca una inmediata y marcada pérdida de animales cuyas respuestas varían según la especie afectada. Fons et al. (1988) confirma tal planteamiento en los micromamíferos europeos, los cuales recolonizan los ambientes incendiados en función a las capacidades de dispersión y de migración que posean, siguiendo uno de los dos modelos de recolonización propuestos.

El fuego además de provocar variaciones

Museo de Historia Natural de Valparaíso. Casilla 3208. Correo 3. Valparaíso. Chile.
Universidad de Playa Ancha. Facultad de Ciencias. Casilla 34-V. Valparaíso. Chile.

en las densidades poblacionales produce cambios en las estructuras de las comunidades, en tal sentido Cook (1959) ha señalado para el Chaparral de California, que la composición de roedores cambia después del incendio, siendo algunas especies reemplazadas por otras. Por su parte Mills (1983 y 1986), en la misma formación, encontró que en el primer año post-incendio los herbívoros inducen cambios en el banco de semillas arbustivas y herbáceas; y que en los años posteriores, la selectividad de los mamíferos herbívoros no sólo se mantiene sino que aumenta.

En consideración a las grandes superficies consumidas por los incendios forestales en el país, resulta importante determinar cuales son los sucesos post-incendios que ocurren en una comunidad de micromamíferos que viven en matorral esclerófilo de Chile central.

MATERIALES y METODOS

Para llevar cabo este estudio, se trabajó en el sector "Los Lirios", perteneciente a la Reserva Forestal del Lago Peñuelas (33° 11' S; 71° 25' W), iniciándose un mes antes de un incendio típico de matorral que consumió alrededor de 900 ha. Con fines comparativos o de control se seleccionó un área de idénticas características vegetacionales. La formación vegetal de ambas áreas corresponde a un matorral esclerófilo - xerófilo con una cobertura entre 60 y 70%. Y que está constituida principalmente por **Rosa moschata** (Rosa mosqueta), **Muehlenbeckia hastulata** (Quilo), **Lithraea caustica** (Litre), **Baccharis linearis** (Romero), **Puya chilensis** (Chagual) y **Eryngium paniculatum** (cardoncillo).

En ambos sectores se instaló mensualmente una línea de 25 trampas Museum, separadas por 10 metros, durante 14 meses consecutivos. Evaluándose en cada oportunidad la riqueza, uniformidad y la similitud taxonómica. La abundancia se estimó mediante el Indice de Densidad Relativa, IDR, utilizado por Marconi & Kravetz (1986).

RESULTADOS Y DISCUSION

Las comunidades de micromamíferos en los sectores quemado y control están formadas por las mismas seis especies aunque presentan diferencias en sus abundancias (Tabla 1). Semejantes situación también ha sido descrita por Beck & Vogl (1972), en praderas arbustivas quemadas, de Wiscosin, en donde la composición comunitaria de roedores no varía, pero sí lo hacen significativamente las frecuencias de las especies.

En el área quemada **Phyllotis darwini** (62%) es el roedor más abundante acompañado por **Akodon olivaceus**, pero escasamente representado (Tabla 1). La alta presencia de **P. darwini** se debe a sus marcadas características de invasor a las cuales se le suma su omnivoría y fuerte preferencia por ambientes xéricos con baja cubierta vegetal (Mann, 1978).

TABLA 1 COMPOSICION DE LA COMUNIDAD DE MICROMAMIFEROS EN SECTORES DE ESTUDIO

SECTORES	QUEMADO		CONTROL	
	n	%	N	%
MARSUPIALIA				
Thylamys elegans	5	9	3	7
RODENTIA				
Akodon olivaceus	9	16	11	25
Akodon longipilis	3	5	7	16
Oligoryzomys longicaudatus	2	4	9	20
Phyllotis darwini	35	62	2	5
Abrocoma bennettii	2	4	12	27
n	56		44	

Similares antecedentes han sido también señalados por Pearson (1982), para diversas especies del género **Phyllotis** del Perú. Este mismo carácter invasor que se manifiesta en **P. darwini**, también ha sido informado para **Calomys** sp, lo cual le ha permitido ocupar ambientes muy poco diversos, como son las plantaciones de **Eucaliptus** o áreas quemadas (Marconi & Kravetz, 1986).

En el sector control, el predominio específico está repartido de manera más uniforme entre: **A. bennettii** (27%), **A. olivaceus** (25%), **O. longicaudatus** (20%) y **Akodon longipilis** (16%) (Tabla 1). Esta mejor distribución es producto de la mayor estabilidad ambiental y de una mayor diversidad y cobertura vegetacional lo cual permite un espectro trófico (vegetal y animal) más amplio; capaz de sustentar con mejor éxito a especies que prefieren ambientes más vegetados, como es el caso de **A. longipilis,** o herbívoros o granívoros como son **A. bennettii** y **O. longicaudatus** (Mann, 1978). La distribución más homogénea de la comunidad de pequeños mamíferos, se refleja en bajos valores de predominio (0.21) y alta uniformidad (92%), en cambio el área incendiada hay una mayor irregularidad manifestada por los valores de 0.43 y 67%, respectivamente (Tabla 2).

TABLA 2 VALORES DE LAS COMUNIDADES DE MICROMAMIFEROS EN SECTORES DE ESTUDIO.

	QUEMADO	CONTROL
RIQUEZA	0.80	0.91
IDR	0.19	0.15
UNIFORMIDAD	67	92
PREDOMINIO	0.43	0.21
DIVERSIDAD	1.20	1.64

En ambos sectores, **T. elegans** y **A. olivaceus** se presentan en proporciones bastante semejantes (Tabla 1). Para la primera especie, se explicaría a causa de la alta movilidad que desarrolla en la búsqueda de los insectos que constituyen su dieta. Y para la segunda, por su falta de especialización y pequeño tamaño, características que le permiten la explotación de cualquier ambiente que disponga de un mínimo de recursos.

TABLA 3 RIQUEZA MENSUAL DE LA COMUNIDAD DE MICROMAMÍFEROS EN SECTORES CONTROL (C) Y QUEMADO (Q).

	MY	JN	JL	AG	SP	OC	NO	DI	EN	FE	MZ	AB	MY	JN
C	1.34	1.50	0.89	1.34	1	1.22	2.04	1.41	1	1.63	1	1.70	1	0.71
Q	1.34	0.71	0.89	1	1.06	1.50	1.22	0.76	1.34	0.76	0.58	0.50	1.73	1

La riqueza media total en ambos sectores fue bastante semejante (Tabla 1) a pesar de sus fluctuaciones mensuales (Tabla 3); siendo el área quemada la que mostró las mayores diferencias. Un mes antes de incendio (Mayo 1988) tenía un valor de 1.34 y al mes inmediatamente después del siniestro (Junio) descendió a 0.70 (equivalente al 47%). Por el contrario en el área control se observó un ligero aumento a 1.50 (+12 %). Una probable causa de este aumento podría encontrarse en migraciones de algunas especies de roedores que escaparon del incendio, como también ha sido sugerido para **Akodon azarae** (Marconi & Kravetz, 1986). En el sector quemado se observa un aumento progresivo de la riqueza desde Mayo hasta Octubre; la cual se mantiene con ciertas fluctuaciones, hasta Enero, época en la cual la riqueza disminuye paulatinamente hasta Abril del año siguiente. En el control se manifiesta una tendencia al aumento a partir de Noviembre, mes con el máximo valor durante todo el ciclo de estudio, como resultado del ingreso de las nuevas camadas de roedores, en conjunto con la aparición significativa de **T. elegans** luego de su salida de hibernación (Tabla 3).

A medida que el área quemada fue recuperando su cobertura vegetal también lo hizo la riqueza, con un máximo en Mayo. Es en esta zona donde se reconoció con mayor claridad el efecto del ingreso de las nuevas camadas de micromamíferos, en especial **P. darwini**, las cuales provocaron una alza en la riqueza entre la primavera y el verano (Tabla 3).

El índice de densidad relativa fue ligeramente más alto en el quemado (0.19) que en el control (0.15) manteniéndose alto entre Noviembre 1988 a Mayo 1989, a causa de los numerosos especímenes(25) de **P. darwini** capturados en dicho lapso, que a su vez significaron el 71.4 % del total de animales de esa especie (Tabla 1).

El IDR para los dos primeros meses después del incendio que se esperaban que fueran muy bajos resultaron ser totalmente opuestos. Las causas más probables de esta situación se debería a la supervivencia de **A. olivaceus** el cual habría sorteado sin problemas los efectos del incendio, provocando una alza del IDR para el primer mes post-incendio, y a partir del segundo mes, además de **A. olivaceus**, aparece **P. darwini** el cual mantendrá su presencia a través de 11 meses consecutivos (Tabla 4). Una respuesta igualmente rápida ha sido reconocida en **Eligmodontia typus** para zonas incendiadas en la provincia de Mendoza, que también denota preferencias por ambientes abiertos y xéricos (Ojeda, 1989).

TABLA 4 IDR MENSUAL DE LA COMUNIDAD DE MICROMAMÍFEROS EN SECTORES CONTROL (C) Y QUEMADO (Q).

	MY	JN	JL	AG	SP	OC	NO	DI	EN	FE	MZ	AB	MY	JN
C	.18	.25	.23	.23	.20	.26	.22	.14	.27	.24	.04	.10	.10	.08
Q	0	.14	.24	.05	.32	.17	.27	.32	.22	.30	.13	.20	.13	.04

El IDR mensual para ambos sectores mostró valores altos durante gran parte del estudio, pero a partir de Febrero 1989 (10 meses después del incendio) estos disminuyen, probablemente por efecto de la constante remoción de individuos y de condiciones ambientales más desfavorables (Tabla 4).

La similitud taxonómica (Sj) mensual entre los sectores fue bastante baja, oscilando entre 0 y 0.5 incluso en cinco oportunidades (36%) fue totalmente disímil y al año después del incendio logró ser del 100%.

De acuerdo al análisis del estado reproductivo de los especímenes de **P. darwini** capturados, más del 80% de ellos correspondían a animales juveniles, lo cual permite aseverar que la recolonización de esta especie sigue el modelo demográfico - etológico en donde participan animales no reproductores (Fons et al. 1988) y por tanto la respuesta de esta especie en particular estaría en función a las capacidades ecomorfológicas que pueda desplegar. Favoreciéndose aquellas con mayores habilidades en ocupar ambientes abiertos, como sucede con **P. darwini** y probablemente con **Eligmodontia typus** por encima de esas más exigentes respecto a la cobertura vegetal y dieta: **A. bennettii** y **O. longicaudatus**.

También serían afectadas positivamente las especies omnívoras **A. olivaceus** por sobre las más estenotróficas. Por tanto las más especializadas recolonizarían posteriormente los sistemas alterados y lo harían en la medida que estos se cicatricen.

En conclusión la comunidad de micromamíferos de áreas incendiadas estaría dominada por la especie que presenta las mejores habilidades ecológicas para explotar ambientes empobrecidos, que para el caso de Peñuelas es **P. darwini**. Y en conjunto con la reconstitución de la formación vegetacional, las poblaciones de las especies más exigentes (**A. bennettii** y **A. longipilis**) van aumentando sus contingentes y desplazarían a la colonizadora inicial (**P. darwini**).

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Guillermo Riveros G. por los comentarios y críticas al manuscrito, al Profesor Carlos Soto A., por la inestimable ayuda en el terreno, y a todo el personal de la Reserva Forestal del Lago Peñuelas que nos dieron todas las facilidades para la realización de este proyecto.

REFERENCIAS

ATHIAS-BINCHE,G., R.BRIARD, R.FONS & F.SOMMER. 1987. Study of ecological influence of fire on fauna in mediterranean ecosystems. Patterns of pos-fire recovery. Ecologia Mediterranea, 13(4):135-153.

ARMESTO,J. & J.GUTIERREZ. 1978. El efecto del fuego en la estructura de la vegetación en Chile central. An.Mus.Hist.Nat. Valparaíso, 11: 43-48.

AVILA,G., M.ALJARO & B.SILVA. 1981. Observaciones en el estrato herbáceo del matorral despues del fuego: An Mus.Hist.Nat. Valparaíso,14: 99-106.

BECK,A.M. & R.J.VOGL. 1972. The effects of spring burning on rodent population in a brush prairie savanna. J. Mammal. 53 (2): 336-346.

BENDELL,J.F. 1974. Effects of fire on birds and mammals. In: Kozlowski TT, Ahlgren CE (eds). Fire and Ecosystems. Academic Press, New York, San Francisco, London.

CONAF, 1998. Incendios forestales en cifras: temporada extraña. Chile Forestal, Año XXII (261): 18-19.

COOK,S.F. 1959. The effects of fire on a population of small rodent. Ecology 40: 102-108.

FONS,R., I.GRABULOSA, M.C.SAINT-GIRONS, M.T.GALAN-PURCHADES & C.FELIU. 1988. Incendie et cicatrisation des ecosystemes mediterranéens. Dynamique du repeuplements en micromammifères. Vie Milieu 38 (3-4): 259-280.

GAJARDO,R. 1981. Interpretación histórica y perspectivas en el uso del matorral esclerófilo. Monogr.Biol.,1:55-63.

MANN,G. 1978. Los pequeños mamíferos de Chile. Gayana: Zoología (Chile) 40:1-342.

MARCONI,P.N. & F.O.KRAVETZ. 1986 .Comunidades de roedores del Parque Nacional El Palmar (Entre Rios, Argentina) según la historia del fuego. Rev.Chil.Hist.Nat. 59:47-57.

MILLS,J.N. 1983. Herbivory and seeling establishment in post-fire southern California Chaparral. Oecologia (Berl.) 60:267-270.

MILLS;J.N. 1986. Herbivores and early post-fire succession California Chaparral. Ecology 67 (6):1637-1649.

OJEDA,R.A. 1989. Small mammal responses to fire in the Monte Desert, Argentina. J.Mamm 70: 416-420.

PEARSON,O. 1982. Distribución de pequeños mamíferos en el altiplano y los desiertos del Perú. Actas VIII Congreso Latinoamericano Zoología 1:263-284.

TRABAUD,L. 1981. Man and Fire: Impacts on mediterranean vegetation. In: Di Castri F, Goodall DW, Specht RL (eds.).Mediterranean types shrublands ecosystems. Elsevier Scientific Pub. Co. Amsterdam, Oxford,New York.

WRIGHT,H.A. & A.W.BAILEY. 1982. Wildlife. In: Fire Ecology. John Wiley & Sons New York, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapore.

An. Mus. Hist. Nat. Valparaíso, 24: 115 - 117, 1999

ASPECTOS CLIMATOLOGICOS DEL PARQUE NACIONAL LA CAMPANA. V REGION.

GUSTAVO MERCADO & MARTA HENRIQUEZ*

El Parque Nacional «La Campana» se encuentra ubicado entre los 32°54' y 33°01' S. y entre los 71°13' y 70°59 'W. El clima y el tiempo que lo afecta, resulta del juego de dos situaciones dinámicas: el Frente Polar y el Anticiclón del Pacífico Sur. El avance hacia el Norte del Anticiclón del Pacífico permite la penetración de sistemas frontales provenientes del Oeste y que provocan el período de inestabilidad y mal tiempo que caracterizan el período invernal. El período del perihelio, donde el Hemisferio Sur alcanza su máximo de calorías por efecto de la radiación solar y que robustece a la Célula Ciclonal Tropical lo cual contribuye al desplazamiento de la Célula Anticiclonal del Pacífico hacia latitudes más altas, generando las buenas condiciones atmosféricas del período estival.

Por la angostura del territorio, en donde se ubica este Parque Nacional, las condiciones de continentalidad están en desmedro con relación a las de oceanidad que se expresa en un clima desprovisto de rigurosidades, caracterizado por una homogeneidad térmica, con un invierno suave y un verano cálido y seco.

La radiación solar incidente en la zona sobrepasa las 500 cal/cm^2/día en verano y en el invierno sólo alcanza las 150 cal/cm^2/día. La radiación efectiva está bastante disminuida debido al alto número promedio de día nublados al año. La nubosidad media tiene tendencia a disminuir de mar a continente (Valparaíso 94 días cubiertos, Quillota y Los Andes con un promedio de 70 días.

Por su situación latitudinal, en el sector del entorno del Parque, las temperaturas tendrían que alcanzar como promedio los 18°C, sin embargo ellas bordean los 14°C, se presenta una anomalía térmica negativa, causada fundamentalmente por la presencia de la corriente fría de Humboldt que atenúa las temperaturas actuando como moderador de ellas. La amplitud térmica anual es ligeramente marcada: 13,2°C. en Los Andes y 5.4°C en Quintero, lo mismo ocurre con la oscilación diaria, 17,0°C. en Los Andes, 8.7°C en Quillota y 5.4°C en Quintero. Las diferencias, atenuadas por las condiciones creadas por la corriente de Humboldt, se deben a rasgos de continentabilidad, manifiestas en el eje W-E.

La orografía juega un importante papel en el clima de la zona. El relieve actúa como moderador de la fuerza de los vientos. Ellos disminuyen notablemente en la medida que se introducen al continente. La posición perpendicular a los vientos dominantes y de paralelismo a la célula Anticiclonal Subtropical, contribuye a disminuir paulatinamente los vientos hacia el interior de la región. El Parque, está ubicado en el sector más relevante orográficamente, es decir, en el cordón montañoso costero de significativa elevación en la región y que participa activamente en su papel de biombo climático a elevar las precipitaciones del sector de barlovento, por efecto del ascenso forzoso de las masas de aire húmedas. A sotavento, la situación es inversa. En el sector de barlovento las precipitaciones son superiores a los 400 mm. en cambio, en sotavento, las precipitaciones bordean los 300 mm.

En los sectores depresionarios se producen embalsamientos de masas de aire que contribuyen a disparar las temperaturas y alcanzar amplitudes anormales. En los valles interiores que reciben la acción de los vientos oceánicos que penetran por los cauces de los ríos evitan los ambalsamientos y con ello el descenso de las temperaturas.

La humedad relativa mantiene una regularidad significativa en la zona. Se observan diferencias entre el sector occidental y oriental de

Avenida Pedro Montt 2053. Edificio Montalbetti, departamento 50. Valparaíso.

* Universidad del Biobío. Campus Chillán, Andrés Bello s/n, Casilla 447, Chillán.

la Cordillera de la Costa. Quillota, ubicada a barlovento alcanza una humedad relativa de un 75%, en cambio en Llay-Llay, sotavento, no sobrepasa los 70%. Esta diferencia de humedad atmosférica, se explica por la acción de los vientos oceánicos que transportan masas de aire marítimas hacia el interior del continente.

En el Parque, se puede distinguir, en general, los siguientes estados de tiempo típico:

a) Buen tiempo anticiclonal de verano; de octubre a marzo.

b) Período de inestabilidad y mal tiempo: de mediados de abril a la mitad de agosto.

c) Buen tiempo, nublados y perturbaciones ciclonales de primavera: de septiembre a octubre.

CLIMAS DEL PARQUE NACIONAL LA CAMPANA.

1) Climas de solana: Se distinguen tres áreas: una barlovento, correspondientes a los sectores de pied montanos de la ribera sur del río Aconcagua (Calera, La Cruz, Pocochay y San Isidro en Quillota). Son cordones de poca significación vegetacional; la vegetación nativa es de tipo mesófita y xerófita. Es un sector bastante intervenido por la acción humana. En los sectores planos que se introducen como cuña al Parque se realizan diversas actividades agropecuarias. Aquí las temperaturas tienden a ser más elevadas y las oscilaciones térmicas más acentuadas.

Los otros dos sectores se encuentran a sotavento. El de mayor relevancia es sin lugar a duda el área conocida con el nombre Las Palmas de Ocoa. Aquí se encuentran una de las primeras concentraciones boscosas de la **Jubaea chilensis** de Chile central. Térmicamente debe ser un sector en que las temperaturas se elevan sobre promedio de la zona, debido a la acción de exposición a la radiación solar y a la subsidencia de las masas de aire, provocando el recalentamiento de éstas, al descender por la ladera oriental del cordón costero. Se registran oscilaciones térmicas atenuadas y menores precipitaciones.

El otro sector es el Noreste de Vichiculen que tiene características semejantes al primero, difiriendo de éste por la pluviometría.

2) Clima de barlovento: se distinguen tres sectores:

a) Cajón de San Pedro. b) Olmué - Granizo y c) Quebrada Alvarado

Las características generales de los tres sectores son presentar una disminución paulatina de las temperaturas hacia Quebrada Alvarado desde el cajón de San Pedro y a la vez un aumento de las precipitaciones y de la humedad relativa, que alcanzan su máximo en el interior de Quebrada Alvarado.

3) Clima de umbría: corresponde a las laderas sur del cordón que corre desde el C° La Campana, C° Penitente hasta el C° El Roble. Una de las comunidades vegetacionales importante es la presencia del bosque de Robles (**Nothofagus obliqua**), originario del sur del país donde se desarrolla con menos temperaturas y mayores precipitaciones que los promedios de la región central. Las menores temperaturas las obtiene en el parque con mayor altura y la humedad la obtiene a través de las precipitaciones y por la captación que sus ramas y hojas hacen de la neblina que se embanca en el sector del Roble - La Dormida.

Las laderas de umbría se caracterizan por temperaturas ligeramente inferiores al promedio del sector, por precipitaciones más abundantes en el sector de barlovento, por una humedad relativa mayor que en otras áreas. Las oscilaciones térmicas son suaves. En los sectores con vegetación más densa existe un intercambio energético entre el bosque y el medio que contribuyen a morigerar el clima del sector. Debido al menor aporte de radiación solar, las condiciones de humedad son más permanentes.

4) Clima de sotavento: En este sector se distinguen tres áreas, el de la comunidad de Caleu, Rungue y el sector oriental de Vichiculen. Desde el punto de vista climático se puede aventurar los siguientes juicios: hay una dismi-

nución de las precipitaciones y se presentan temperaturas superiores a las del sector de barlovento. La humedad relativa más baja y oscilaciones térmicas anuales y diarias más significativas. Todas estas condiciones permiten el desarrollo de una vegetación de tendencias xerófitas y mesófitas.

AGRADECIMIENTOS

A la Corporación Nacional Forestal Regional V Región, por las facilidades para la realización de este trabajo, y de manera especial al Sr. Ricardo Meza Honorato.

REFERENCIAS

ERAZO, S. 1973. Introducción a la Climatología de la Provincia de Valparaíso. Tesis de Licenciado en Geografía. Universidad Católica de Valparaíso.

CAVIEDES, C. 1969. Los estados de tiempo típicos de Valparaíso, Chile central. Revista Geográfica de Valparaíso 3(1-2):3-22

An. Mus. Hist. Nat. Valparaíso, 24: 119 - 120, 1999

AMPLIACIÓN DISTRIBUCIONAL DE LA CARMELITA, PERCILIA GILLISSI GIRARD, 1854 (PISCES: PERCILIIDAE)

SERGIO O. ZUNINO[1,2], MARIELLA BAEZA, SERGIO QUIROZ[2] & ROXANA RIVERA[2]

La riqueza de la ictiofauna continental nacional es bastante pobre pues solo posee 66 especies, de las cuales 44 (66%) corresponden a nativas (Glade, 1993). A pesar de ello, nuestra fauna resulta de gran interés a causa de su alto endemismo, en particular los representantes de la familia Siluridae (Pequeño, 1995); también por la antigüedad del género **Diplomystes** (Eigenmann, 1927); por poseer una distribución restringida, no sobrepasando los 2.000 m. de altitud (Contreras et al., 1996) o estar circunscrita a hoyas muy particulares.

La situación de los peces dulceacuícolas se complica al considerar que gran parte de los cuerpos de agua dulce de Chile sufren de una fuerte contaminación por la recepción de descargas de aguas servidas de origen doméstico, industrial y/o agrícola y, de manera muy especial los de la zona central del país, los cuales además están afectados por notables e importantes reducciones de sus caudales a causa de prolongadas sequías y extracción de sus aguas con fines de riego.

En consideración a lo anterior el Laboratorio de Ecología y Contaminación de Aguas Continentales, dependiente de la Universidad de Playa Ancha, está desarrollando un programa científico que tiene por objetivo principal estudiar las comunidades de peces de agua dulce de la V Región y, de manera muy especial de aquellos cuerpos de aguas más afectados o susceptibles de contaminación por su proximidad a los centros urbanos. Uno de estos esteros es el de Limache, cercano a la ciudad de igual nombre, con cerca de 35 mil habitantes con una fuerte dedicación a las actividades agrícolas.

El estero Limache, un afluente del río Aconcagua, tiene cabeceras en la vertiente poniente de los cerros La Campana y el Roble y del cordón de La Dormida, donde se juntan los esteros Las Palmas, Quebrada Alvarado y Cajón de La Dormida con el nombre de estero Pelumpén. Más abajo bisecta la ciudad de Limache y sigue al Oeste casi paralelo al curso del río Aconcagua. Conforma una típica hoya de régimen pluvial. Posee dos obras de regulación, la primera está emplazada en uno de sus principales afluentes, el estero Lliu-lliu, y la segunda, corresponde al embalse Los Aromos en el mismo estero Limache. El desarrollo total del estero es de 50 Km. y la superficie de la hoya drenada asciende a 573 Km^2.

En ocasión de un estudio en el estero y más precisamente en la localidad de Los Chaparros (33° 00'Sy 71° 16' W) al Este de la ciudad de Limache, el 22 de Mayo de 1998, se capturó un ejemplar de **Percilia gillissi**, correspondiente a un espécimen de 59,3 mm de largo total y 3,1 g de peso corporal. El agua en este sector es bastante clara con sectores de escasa pendiente; en los remansos el agua llega a tener 1,20 m de profundidad, aunque lo más común es que ésta no sobrepase los 50 cm. La vegetación acuática es bastante abundante y está constituida, especialmente, por **Linmobium stoloniferum** (Hierba guatona), **Hidrocotyle ranunculoides** (Sombrerito de agua), **Azola filiculoides** (Flor del pato), **Helodea canadensis** (Elodea) y **Nasturtium officinale** (Berro).

Junto con **Percilia gillissi** (Carmelita) se encontraron otras siete especies de peces, cuatro de ellas introducidas: **Cnesterodon decenmaculatus** (Gambusia manchada), **Gambusia affinis** (Gambusia común), **Cichlasoma facetum** (Chanchito) y **Cyprinus carpio** (Carpa); y tres nativas: **Basilichthys microlepidotus** (Pejerrey de escama chica),

1 Museo de Historia Natural de Valparaíso. Condell 1546, Casilla 3208 Correo 3 Valparaíso. Chile.

2 Laboratorio de Ecología y Contaminación de Aguas Continentales. Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, Universidad de Playa Ancha. Casilla 34 – V. Valparaíso. Chile. E-mail: lecac@upa.cl

Cheirodon pisciculus (Pocha) y **Trichomycterus aerolatum** (Bagre).

De acuerdo con los aporte de Eigenmann (1927), Mann (1954), Arratia et al. (1981) **Percilia gillissi** se distribuye entre Santiago (río Maipo) y Puerto Montt y de preferencia en los cuerpos de aguas de la zona centro sur de Chile, lo cual es corroborado además, por los registros de los especímenes depositados en las colecciones de la Academia de Ciencias Naturales de Filadelfia (ANSP), de la Academia de Ciencias de California (CAS), del Field Museo de Historia Natural (FMNH) y del Museo de Zoología de la Universidad de Michigan (UMMZ).

La importancia de la captura de **Percilia gillissi** en la localidad de Los Chaparros, Limache, radica en primer lugar en ampliar su distribución a 80 Km. al norte de la localidad de colecta más septentrional y que corresponde al estero de Peñaflor (CAS 38661) perteneciente a la hoya hidrográfica del río Maipo. Con ello, también se amplió su presencia a una nueva hoya, la del río Aconcagua. Y finalmente, al encontrarla en un nuevo curso aumentan las posibilidades de sobrevivencia de esta especie, ya que está considerada en situación vulnerable (Glade, 1993).

REFERENCIAS

Arratia, G.; G. Rojas & A. Chang. 1981. Género de peces de aguas continentales de Chile. Museo Nacional Historia Natural. Publicación Ocasional, 34: 3-108.

Contreras,M.; I. Vila & L.Fuentes. 1996. Distribución y abundancia de la fauna íctica del río Bíobio. VIII Congreso Iberoamericano de Biodiversidad y Zoología de Vertebrados: 61-62.

Eigenmann, C. 1927. The fresh water fishes of Chile. Memoirs National Academy Sciences 22: 1-63.

Glade, A. (Ed). 1993. Libro rojo de los vertebrados de Chile. Actas Simposio Estado de Conservación de la Fauna de Vertebrados Terrestres de Chile". CONAF.

Mann, G. 1954. La vida de los peces en aguas chilenas. Ministerio de Agricultura y Universidad de Chile. Santiago.

Pequeño, G.1995. Peces. En: Simonetti, J. (ed) Diversidad biológica de Chile. CONICYT: 302-313.

An. Mus. Hist. Nat. Valparaíso, 24: 121 - 126, 1999

VERTEBRADOS DEL HUMEDAL LA RESERVA NACIONAL EL YALI Y SU COSTA, SANTO DOMINGO, CHILE CENTRAL

JOSÉ L. BRITO

El humedal El Yali (33 49' S, 71° 23' W), se encuentra a unos 20 km. al sur de la Cuidad de San Antonio (33° 35' S) en la Quinta Región administrativa de Chile. Climáticamente se caracteriza por pertenecer a la región mediterránea subhúmeda, con veranos secos y cálidos e inviernos lluviosos y fríos, localizándose el período más lluvioso entre abril a septiembre (Di Castri & Hajek,1976). La lluvia promedio anual registrada por la estación meteorológica de San Antonio, para los diez últimos años fue de 416,5 mm, con valores extremos de 779.5 y de 140,5 mm. La temperatura promedio anual es 13,2 C° (Di Castri & Hajek,1976).

Este humedal está conformado por el estero El Yali y su laguna costera o albufera, Las Salinas El Convento, el embalse Los Molles y seis lagunas: Matanzas, Colejuda, Guairavo, El Rey, Maura y Seca. Este ecosistema posee una gran diversidad de hábitat, muchos de ellos se encuentran bastante modificados y alterados, por efecto de la destrucción de la vegetación nativa en tiempos históricos y recientes para ser reemplazada por terrenos para uso agrícola, ganadero o forestal, sobre todo plantaciones de monocultivos de **Pinus radiata** y **Eucaliptus globulus**. Algunas lagunas de este lugar, como El Rey, Seca y el sector Salinas El Convento se desecan en los períodos de sequías recurrentes de Chile Central, principalmente durante años de escasez de agua y sólo permanecen con abundante agua en los años lluviosos asociados al Fenómeno El Niño.

Numerosos estudios han permitido el conocimiento de la fauna de este humedal y de manera muy especial sobre las aves (Reed y Philippi, 1939; Johnson y Ewer, 1969; Drouilly, 1977; Leiva, 1985; Vilina & López-Calleja, 1989, 1992 y 1996; Vilina, 1993, 1994, 1995 y 1998; Leiva et al, 1995; Silva et al, 1997 a y b; Cofre et al, 1997 y García & Vilina, 1997). Por otro lado, la Unión de Ornitólogos de Chile, UNORCH, desde 1989 han realizado estudios para determinar la diversidad de la avifauna en esta zona (Chang et al,1989; Vilina, 1994), hecho que permitió, en 1995, gestionar y declarar un total de 520,37 ha como Reserva Nacional. Zona que en 1996 fue incorporada a la Convención de Humedales de Importancia Internacional (RAMSAR). Posteriormente y frente a la constante amenaza de cazadores furtivos el Museo de Ciencias Naturales y Arqueología de San Antonio, la Municipalidad de Santo Domingo, Servicio Agrícola Ganadero además, de otras instituciones gestionaron la creación, en agosto de 1998, de una área de 40.000 ha como Zona Prohibida de Caza y Veda de Conservación por 30 años para fauna silvestre en el Humedal El Yali.

Este humedal presenta numerosas y variadas amenazas por la continua acción antrópica: modificación del hábitat, extracción y desvío ilegal de aguas, reducción de la vegetación nativa, incendios forestales, construcción de inmuebles, acción de cazadores y pescadores ilegales o furtivos además, de la masiva presencia de vehículos de doble tracción en algunos sectores costeros del humedal (Brito, 1997, Hermosilla Brito, 1997). Por otro lado los continuos esfuerzos de CONAF y del Programa de Recuperación y Rehabilitación de Fauna Silvestre del Museo de San Antonio (Zúñiga et al, 1997), tanto a través de la vigilancia, fiscalización de la Ley de Caza y algunos aspectos de la Ley de Pesca, la educación ambiental realizada en colegios, escuelas y a particulares y también a través de la prensa local, regional ha comenzado a surtir el efecto deseado al obser-

* Museo Municipal de Ciencias Naturales y Arqueología de San Antonio, Casilla 93 Llolleo, San Antonio, Chile. Correo electrónico: museo_imsa@hotmail.com

varse una disminución de la pesca y caza ilegales, aunque no la desaparición total de éstas.

Durante la realización del Seminario "Hacia una Protección Eficaz de Áreas Silvestres: El Ecosistema del Humedal de El Yali", realizado en noviembre de 1997, en Santiago, una de las necesidades expuestas por los especialistas fue la falta de conocimiento de la fauna vertebrados silvestres terrestres y acuáticos que existen en el humedal.

En este artículo se entrega un listado preliminar de los vertebrados de este humedal, registrados gracias a numerosas observaciones realizadas desde 1993 y gracias a fiscalizaciones a las leyes de Caza y de Pesca, trabajos de protección en conjunto con CONAF, educación ambiental en terreno, censos de aves y recolección de especímenes recolectados muertos e incorporados a la colección del Museo de San Antonio.

Actualmente se han identificado un total de 237 especies de vertebrados, que representan a 17 mamíferos terrestres de los cuales 2 son introducidos; 7 mamíferos marinos detectados en la costa del humedal; 146 aves; 6 reptiles terrestres y dos marinos; 4 anfibios, 55 especies de peces de los cuales 7 corresponden a especies dulceacuícolas y marinas encontradas en las aguas continentales de este humedal y en el sector de la desembocadura o laguna costera del estero El Yali y en la laguna El Rey.

Listado los Vertebrados del humedal El Yali

PECES

1) Eptatretus sp. Anguila babosa
2) Hexanchus griseus (Bonnaterre) Tiburón Gris
3) Squatina armata Philippi Pez Angel
4) Schoroerichthys chilensis (Guichenot) Pintarroja
5) Mustelus mento Cope Tollo
6) Galeorhinus galeus (Linnaeus)
7) Bathyraja sp. Raya o Volantín
8) Psammobatis scobina (Philippi) Raya Pequén
9) Myliobatis chilensis (Philippi) Pejeaguila
10) Discopyge tschudii Haeckel Tembladera o Torpedo
11) Callorhynchus callorhynchus (Linnaeus) Pejegallo
12) Ophichthus sp. Anguila café
13) Sprattus fueguensis (Jenyns) Sardina
14) Sardinops sagax Girard Sardina española
15) Clupea bentincki Norman Sardina *
16) Eugraulis ringens Jenyns Anchoveta
17) Cheirodon pisciculus Girard Pocha +
18) Galeichthys peruvianus Lütken Bagre peruano
19) Aphos porosus (Valenciennes) Bagre Marino
20) Sicyases sanguineus Müller y Troschel Pejesapo
21) Merluccius gayi (Guichenot) Merluza
22) Genypterus maculatus (Tschudi) Congrio negro
23) Genypterus chilensis (Guichenot) Congrio colorado
24) Basilichthys australis Eigenmann Firihuelo o Pejerrey de río+
25) Cauque c.f. mauleanun (Steindachner) Cauque +
26) Austromenidia sp. Pejerrey Marino
27) Scomberesox saurus (Richardson) Aguja de mar
28) Leptonotus blainvillianus (Eidoux y Gervais) Agujilla
29) Sebastes capensis (Gmelin) Cabrilla
30) Prionotus stephanophrys Lockington Falso Volador
31) Congiopodus peruvianus (Cuvier) Chanchito
32) Normanichthys crockeri Clark Mote
33) Paralabrax humeralis (Valenciennes) Cabrilla española
34) Trachurus symmetrichus Nichols Jurel
35) Lepidotus australis Valenciennes Palometa
36) Isacia conceptionis (Cuvier) Cabinza
37) Sciaenidae deliciosa (Tschudi) Corvinilla*
38) Cilus gilberti (Abbott) Corvina
39) Menticirrus ophicephalus (Jenyns) Pichihuen
40) Stellifer minor (Tschudi) Corvinilla*
41) Graus nigra Philippi Vieja negra
42) Deydixodon laevifrons (Tschudi) Baunco
43) Chromis crusma (Valenciennes) Castañeta
44) Aplodactylus punctatus Valenciennes Jerguilla
45) Cheilodactylus variegatus Valenciennes Bilagay
46) Mugil cephalus Linnaeus Liza * + #
47) Pinguipes chilensis (Molina) Rollizo
48) Eleginops maclovinus (Valenciennes) Róbalo *
49) Scarthicthys viridis (Valenciennes) Borracho verde
50) Calliclinus geniguttatus (Valenciennes) Tomollo
51) Scomber japonicus Houttuyn Caballa
52) Stromateus stellatus Cuvier Pampanito
53) Paralichthys microps (Günther) Lenguado de ojos chicos
54) Paralichthys adpersus (Steindachler) Lenguado
55) Mola ramsayi (Giglioli) Pez luna

ANFIBIOS

1) Bufo chilensis Tschudi Sapo de Rulo
2) Caudiverbra caudiverbera Linnaeus Rana Chilena
3) Batrachyla taeniata Girard Ranita
4) Pleurodema thaul Lesson Sapito de Cuatro Ojos

REPTILES

1) Dermochelys coriacea Linnaeus Tortuga Laud **
2) Lepidochelys olivacea Eschscholtz Tortuga Olivacea **
3) Liolaemus chiliensis (Lesson) Lagarto Llorón o verde
4) Liolaemus lemniscatus Gravenhorst Lagartija Lemniscata
5) Liolaemus nitidus (Wiegmann) Lagarto Nitido
6) Liolaemus tenuis (Dumeril y Bibron) Lagartija Esbelta
7) Philodryas chamissonis (Wiegmann) Culebra de Cola Larga
8) Tachymenis chilensis Wiegmann Culebra de Cola Corta

AVES

1) Spheniscus humboldti Meyen Pingüino de Humboldt °
2) Spheniscus magellanicus (Forster) Pingüino de Magallanes °
3) Nothoprocta perdicaria (Kittlitz) Perdíz chilena
4) Rollandia rolland Lesson Pimpollo
5) Podiceps occipitalis (Garnot) Blanquillo
6) Podiceps major (Boddaert) Huala
7) Podilymbus podiceps (Linnaeus) Picurio
8) Pelecanus thagus Molina Pelícano ° +
9) Sula variegata (Tschudi) Piquero °
10) Phalacrocorax brasilianus (Humboldt) Yeco
11) Phalacrocorax boungainvillii (Lesson) Guanay °
12) Phalacrocorax gaimardi (Lesson y Garnot) Lile°
13) Ixobrynchus involucris (Vieillot) Huaravillo
14) Casmerodius albus (Linnaeus) Garza Grande
15) Egretta thula (Molina) Garza Chica
16) Bubulcus ibis (Linnaeus) Garza Boyera
17) Nycticorax nycticorax (Linnaeus) Huairavo
18) Ardea cocoi Linnaeus Garza Cuca
19) Theristicus melanopis (Boddaert) Bandurria
20) Plegadis chihi (Vieillot) Cuevo de Pantano
21) Phoenicopterus chilensis Molina Flamenco Chileno
22) Chloephaga melanoptera (Eyton) Piuquén
23) Chloephaga piliocephala Sclater Canquén
24) Coscoroba coscoroba (Molina) Cisne Coscoroba
25) Cygnus melancorypha (Molina) Cisne de Cuello Negro
26) Anas flavirostris Vieillot Pato Jergón Chico
27) Anas sibilatrix Poeppig Pato Real
28) Anas bahamensis Linnaeus Pato Gargantillo
29) Anas cyanoptera Vieillot Pato Colorado
30) Anas platalea Vieillot Pato Cuchara
31) Anas georgica Gmelin Pato Jergón Grande
32) Anas versicolor Vieillot Pato Capuchino
33) Netta peposaca (Vieillot) Pato Negro
34) Oxyura jamaicensis (Gmelin) Pato Rana Pico Ancho
35) Oxyura vittata (Philippi) Pato Rana Pico Delgado
36) Heteronetta atricapilla Merrem Pato Rinconero
37) Coragyps atratus (Bechstein) Jote de Cabeza Negra
38) Cathartes aura (Linnaeus) Jote de Cabeza Colorada
39) Elanus leucurus (Vieillot) Bailarín
40) Geranoaetus melanoleucus (Vieillot) Aguila
41) Buteo polyosoma (Quoy y Gaimard) Aguilucho
42) Parabuteo unicinctus (Temminck) Peuco
43) Circus cinereus Vieillot Vari
44) Milvago chimango (Vieillot) Tiuque
45) Polyborus plancus (Miller) Traro
46) Falco sparverius Linnaeus Cernícalo
47) Falco femoralis Temminck Halcón Perdiguero
48) Falco peregrinus Tunstall Halcón Pere grino
49) Callipepla californica (Shaw) Codorniz
50) Pardillarus sanguinolentus Swainson Pidén
51) Gallinula melanops (Vieillot) Tagüita
52) Fulica armillata Vieillot Tagüa
53) Fulica leucoptera Vieillot Tagüa Chica
54) Fulica rufifrons Philippi y Landbeck Tagua de Frente Roja
55) Vanellus chilensis (Molina) Queltehue
56) Pluvialis dominica (Müller) Chorlo Dorado
57) Pluvialis squatarola Linnaeus Chorlo Ártico
58) Charadrius collaris Vieillot Chorlo de Collar
59) Charadrius alexandrinus Linnaeus Chorlo Nevado
60) Charadrius falklandicus (Latham) Chorlo Doble Collar
61) Charadrius semipalmatus Bonaparte Chorlo Semipalmado
62) Charadrius modestus (Lichtenstein) Chorlo Chileno
63) Haematopus palliatus Temminck Pilpilén
64) Himantopus melanurus (Müller) Perrito
65) Rostratula semicollaris (Vieillot) Becasina Pintada
66) Tringa flavipes (Gmelin) Pitotoy Chico
67) Tringa melanoleuca (Gmelin) Pilotoy Grande
68) Arenaria interpres (Linnaeus) Playero vuelvepiedras
69) Catoptrophorus semipalmatus (Gmelin) Playero Grande

70) Calidris canutus (Linnaeus) Playero Ártico
71) Calidris bairdii (Coues) Playero de Baird
72) Calidris melanotos (Vieillot) Playero Pectoral
73) Calidris pusilla (Linnaeus) Playero Semipalmado
74) Calidris alba (Pallas) Playero Blanco
75) Numenius phaeopus (Linnaeus) Zarapito
76) Limosa haemastica (Linnaeus) Zarapito de Pico Recto
77) Gallinago gallinago (Linnaeus) Becasina
78) Steganopus tricolor (Vieillot) Pollito de Mar Tricolor
79) Catharacta chilensis (Bonaparte) Salteador o Skua
80) Thinocorus rumicivorus Eschscholtz Perdicita
81) Larus modestus Tschudi Gaviota Garuma
82) Larus dominicanus Lichtenstein Gaviota Dominicana
83) Larus pipìxcan Wagler Gaviota de Franklin
84) Larus maculipennis Lichtenstein Gaviota Cahuil
85) Sterna hirundinacea Lesson Gaviotín Sudamericano
86) Sterna trudeaui Audubon Gaviotín Piquerito
87) Sterna paradisaea Pontoppidan Gaviotín Ártico
88) Sterna elegans Gambel Gaviotín Elegante
89) Larosterna inca (Lesson y Garnot) Gaviotín Monjita
90) Rhynchops niger Linnaeus Rayador
91) Columba livia Gmelin Paloma
92) Columba araucana Lesson Torcaza
93) Zenaida auriculata (Des Murs) Tórtola
94) Columbina picui (Temminck) Tortolita Cuyana
95) Cyanoliseus patagonus (Vieillot Tricahue) (E)
96) Athene cunicularia (Molina) Pequén
97) Asio flammeus Pontoppidan Nuco
98) Glacidium nanum (King) Chuncho
99) Bubo virginianus (Gmelin) Tucúquere
100) Tyto alba (Scopoli) Lechuza
101) Caprimulgus longirostris Bonaparte Gallina Ciega
102) Patagona gigas (Vieillot) Picaflor Gigante
103) Sephanoides galeritus (Molina) Picaflor
104) Picoides lignarius (Molina) Carpinterito
105) Colaptes pitius (Molina) Pitio
106) Geositta maritima (D'Orb. y Lafr.) Minero Chico
107) Geositta cunicularia (Vieillot) Minero
108) Cinclodes oustaleti Scott Churrete Chico
109) Cinclodes patagonicus (Gmelin) Churrete
110) Cinclodes nigrofumosus (D'Orb. y Lafr.) Churrete Costero
111) Slyviorthorhynchus desmursii Des Murs Colilarga
112) Phleocryptes melanops (Vieillot) Trabajador
113) Leptasthenura aegithaloides (Kittlitz) Tijeral
114) Asthenes humicola (Kittlitz) Canastero
115) Scytalopus magellanicus (Gmelin) Churrín
116) Scelorchilus albicollis (Kittlitz) Tapaculo
117) Agriornis livida (Kittlitz) Mero
118) Xolmis pyrope (Kittlitz) Diucón
119) Muscisaxicola macloviana (Garnot) Dormilona Tontita
120) Lessonia rufa (Gmelin) Colegial
121) Hymenops perspicillatus (Gmelin) Run-run
122) Elaenia albiceps (Lafr. y D'Orb) Fío-fío
123) Tachuris rubrigastra (Vieillot) Siete- colores
124) Anairetes parulus (Kittlitz) Cachudito
125) Tyrannus tyrannus (Linnaeus) Benteveo Blanco y Negro
126) Colorhampus parvirostris (Darwin) Viudita
127) Phytotoma rara Molina Rara
128) Tachycineta meyeni (Meyen) Golondrina Chilena
129) Pygochelidon cyanoleuca (Vieillot) Golondrina de Dorso Negro
130) Hirundo rustica (Linnaeus) Golondrina Bermeja
131) Troglodytes aedon Vieillot Chercán
132) Cistothorus platensis (Latham) Checán de Las Vegas
133) Turdus falcklandii Quoy y Gaimard Zorzal
134) Mimus thenca (Molina) Tenca
135) Anthus correndera Vieillot Bailarín Chico
136) Sicalis luteiventris (Sparrman) Chirihue
137) Zonotrichia capensis (Müler) Chincol
138) Molothrus bonariensis (Gmelin) Mirlo
139) Curaeus curaeus (Molina) Tordo
140) Agelaius thilius (Molina) Trile
141) Sturnella loyca (Molina) Loica
142) Phrygilus gayi (Gervais) Cometocino
143) Phrygilus fruticeti (Kittlitz) Yal
144) Phrygilus alaudinus (Kittlitz) Platero
145) Diuca diuca (Molina) Diuca
146) Carduelis barbata (Molina) Jilguero

MAMÍFEROS

1) Thylamys elengans (Waterhouse) Yaca
2) Lasiurus borealis (Müller) Murciélago Colorado
3) Lasiurus cinereus (Palisot de Beauvois) Murciélago Gris
4) Tadarida brasiliensis (I.Geoffroy Saint- Hilaire) Murciélago común
5) Oligoryzomys longicaudatus (Bennett) Ratón de cola larga
6) Akodon olivaceus (Waterhouse) Ratoncito oliváceo
7) Phyllotis darwini (Waterhouse) Lauchón orejudo de Darwin
8) Myocastor coypus (Molina) Coipo
9) Octodon degus (Molina) Degú de las pircas
10) Grampus griseus (Cuvier) Delfín Gris **
11) Cephalorhynchus eutropia (Gray) Delfín Chileno

12) Phocoena spininipinis Burmeister Marsopa espinosa
13) Eubalanea australis (Desmoulin) Ballena Franca Austral **
14) Pseudalopex griseus (Gray) Chilla
15) Pseudalopex culpaeus (Molina) Culpeo
16) Galictis cuja (Molina) Quique
17) Conepatus chinga (Molina) Chingue
18) Felis colocola Molina Gato Colocolo
19) Felis guigna Molina Guiña
20) Otaria bryonia De Blainville Lobo Común
21) Arctocephalus australis (Zimmermann) Lobo Fino Austral **
22) Hydrurga leptonix (De Blainville) Foca Leopardo **
23) Lepus capensis Linnaeus Liebre
24) Oryctolagus cuniculus (Linnaeus) Conejo

Simbología:

* Peces Marinos registrados en la laguna costera o Albúfera del estero El Yali

\+ Peces dulceacuícolas en la albufera

\# Presentes también en Laguna Matanzas

** Registros ocasionales en la costa del humedal El Yali

° Aves marinas registradas en la costa adyacente del humedal y ocasionalmente en las playas de la zona.

(E) Especie extinta recientemente en el área. La colonia costera ubicada en la zona sur del humedal El Yali fue exterminada entre 1980-85. El último ejemplar conocido de esta población fue encontrado cautivo en Rocas de Santo Domingo en 1998.

REFERENCIAS

BRITO, J.L. 1997. Mitigación de la Mortalidad de Aves por Impacto por Cables de Líneas Eléctricas Sobre El Estero El Yali. III Congreso Chileno de Ornitología – V Encuentro Nacional de Ornitólogos, Santiago (Resúmenes): 49.

BRITO,J.L. 1998. Listado preliminar de Vertebrados Silvestres Terrestres, Dulceacuícolas del Humedal y la Reserva Nacional El Yali y las especies marimas de su costa (excepto las aves y los peces marinos). Informe del Museo Municipal de Ciencias Naturales y Arqueología de San Antonio, Marzo 1998. (no publicado).

CHANG,A; P,DROUILLY; M.RODRIGUEZ & Y.VILINA.1989. Prospección de áreas de concentración de fauna entre las I y VII regiones de Chile. En programa de investigación y desarrollo de zonas áridas y semiáridas. CONAF-PNUD/FAO-CHI:

COFRE, H.; Y.VINILA, C. SILVA-GARCÍA & M.D.GARCÍA. 1997. Diversidad, Distribución y abundancia de Anátidas en el Humedal Estero El Yali, Chile Central. VIII Congreso Iberoamericano de Biodiversidad y Zoología de vertebrados, Concepción, Chile. Libro de Resúmenes: 22.

DI CASTRI, F. & E.HAJEK. 1976. Bioclimatología de Chile. Pontificia Universidad Católica.

DROUILLY, P. 1997. Censo Otoñal de patos (Anseriformes) realizado entre el Río Limarí, Provincia de Limarí y el Río Maule, Provincia de Talca, durante Marzo y Abril de 1976. Medio Ambiente (Chile) 2: 102-106.

GARCÍA, M. D. & Y. VILINA. 1997. Residencia, abundancia y nidificación del Perrito (*Himantopus melanurus*) en Chile central. III Congreso Chileno de Ornitología –V Encuentro Nacional de Ornitólogos, Santiago (Resúmenes): 24.

HERMOSILLA, M. & J.L. BRITO. 1997. Protección de la Avifauna del Humedal y la Reserva Nacional El Yali. III Congreso Chileno de Ornitología- V Encuentro Nacional de ornitólogos, Santiago (Resúmenes): 24.

JOHNSON, A.W. & J.EWER.1969. Field trip to "Estuario El Yali". Boletín Ornitológico.1:4-5.

LEIVA, R. 1985. Guía de Manejo Reserva Nacional El Yali. Informe de Práctica IV, Escuela de Ingenieria Forestal, Universidad de Chile, 1985.

LEIVA, L.; J. MEZA & L.MÖDER. 1995. "Fundamentos para la creación de la Reserva Nacional El Yali". Corporación Nacional Forestal (CONAF). Boletín Técnico N° 59: 1-20.

REED, C. S. & R.A.PHILIPPI. 1939. Nuevas contribuciones al estudio de la avifauna chilena. Jardín Zoológico Nacional. 12: 1-47.

SILVA-GARCÍA, C., Y VILINA, H.COFRE & M.D.GARCÍA. 1997. Utilización diferencial del Hábitat por el Cisne de Cuello Negro (*Cygnus melancorypha*) en el Humedal Estero El Yali, Chile central. VIII Congreso Iberoamericano de Biodiversidad y Zoología de Vertebrados. Concepción, Chile. Libro de Resúmenes: 52-53.

SILVA-GARCÍA, C., Y.VILINA, H.COFRE & M.D.GARCÍA. 1997. Aves Acuáticas del Humedal

Estero El Yali, Chile: Un estudio de Largo Plazo III Congreso Chileno de Ornitología- V Encuentro Nacional de Ornitólogos, Santiago (Resúmenes): 10.

VILINA, Y. 1993. Aves acuáticas del Humedal Estero El Yali, Chile. III Informe CONAF.

VILINA, Y. 1994. Apuntes para la conservación del Humedal Estero El Yali. Boletín Chileno de Ornitología 1: 15-20.

VILINA, Y. 1995. Residencia, abundancia y preferencia de hábitat del Pato Gargantillo (*Anas bahamensis*) en el Humedal "Estero El Yali", Chile Central. Anales Museo de Historia Natural Valparaíso, 23: 89- 94.

VILINA,Y. & M.V.LOPEZ-CALLEJA. 1989. Avifauna invernal de la Reserva Nacional Estero El Yali. Informe final. Corporación Nacional Forestal (CONAF), Santiago, Chile.

VILINA,Y. & M.V.LOPEZ-CALLEJA 1992. Avifauna invernal de la Reserva Nacional

Estero El Yali. Informe final. Corporación Nacional Forestal (CONAF), Santiago, Chile.

VILINA,Y. & M.V.LOPEZ-CALLEJA. 1996. The Neotropical plovers of Estero El Yali in central Chile. International Wader Studies 8: 85-92.

VILINA,Y, H.COFRÉ, M.D.GARCÍA, & C. SILVA-GARCÍA. 1998. Monitoreo de las aves acuáticas del Humedal del Estero El Yali, Chile. Cuarto Informe. Agosto de 1998. (no publicado).

ZÚÑIGA, P., J.L.BRITO, S.TORO & M. HERMOSILLA M. 1997. Programa de Recuperación y Rehabilitación de Fauna Silvestre del Museo Municipal de Ciencias Naturales y Arqueología de San Antonio. III Congreso Chileno de Ornitología y V Encuentro Nacional de Ornitólogos, Santiago (Resúmenes): 63.

INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES

Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso fue fundado en 1968, es una publicación periódica co-editada en conjunto con la Universidad Católica de Valparaíso, publica artículos originales de Zoología, Botánica, Ecología y Arqueología.

La recepción de trabajos es continua, publicándose en el orden de aceptación. Los manuscritos son sometidos a dos especialistas en la temática del artículo quienes evalúan su importancia y rigor científico. El autor principal será notificado de la aceptación, rechazo o modificación dentro del menor plazo posible. La decisión de los editores es definitiva.

Al editor deberán enviarse el manuscrito en triplicado y un disco de 3.5" con el artículo en un procesador de texto de amplio uso, indicando la versión utilizada. El idioma de publicación, esencialmente, es el español. Se debe evitar el uso de neologismos técnicos y sólo se permiten las abreviaciones aceptadas internacionalmente.

FIGURAS y TABLAS

Las Figuras deberán ser hechas en papel diamante, con tinta china negra y deberán ser numeradas correlativamente y citadas en texto como Fig. Los Cuadros o Tablas se llamarán Tablas, numeradas correlativamente. En caso de incluir fotografías éstas deben ser en B/N, de óptima calidad y muy bien contrastadas.

Los manuscritos deberán ceñirse a la siguiente estructura:

Título (conciso e informativo). Abstract. Key words (5 a 6 palabras). Introducción. Materiales y Métodos. Resultados. Discusión. Conclusiones. Agradecimientos (sí los hubiese) y Referencias. A pie de la primera página deberá indicar dirección postal del o de los autores. Los nombres científicos deberán escribirse completos incluyendo el nombre de su autor, por lo menos la primera vez que se mencionan en el texto.

REFERENCIAS

En caso de citarse un trabajo de tres o más autores, se colocará el apellido del primer autor seguido de et al y el año.

En Referencias anote sólo los trabajos citados en el texto ordenados alfabéticamente de acuerdo al apellido del primer autor. Iniciales y apellidos deben ir en mayúscula. Luego del último autor, irá el año de publicación, el título del artículo, revista, volumen, número y páginas.

PERIODICAS

FORSBERG, J. & C. WIKLUND. 1988. Protandry in the greenveined white butterfly, Pieris napi L.Funet. Ecol. 2:81-88.

LIBROS

MAYR, E. 1963. Animal species and evolution. Harvard University Press, Cambridge. M.A.

CAPITULOS

BROWN, V. K & T. R. E. SOUTHWOOD. 1987. Secondary succession: patterns and strategies. In: Gray, A. J.; M. J. Crawley and P. J. Edwards (eds.), colonization, succession and stability. Blackweil, Oxford.

Se deben citar sólo trabajos publicados o en prensa. En este último caso indique en Referencias y al final del nombre de la periódica coloque entre paréntesis las palabras «en prensa».

Hay un cargo por página y el autor principal recibirá 30 separatas.

Deseamos canje con publicaciones similares

Exchange with similar publications is desired.

On prie de bien vouloir établir l'echange.

Wit bitten um Austauch mit aehnlichen Fachzeitschriften.

DISEÑO, DIAGRAMACION E IMPRESION
UNIVERSIDAD DE PLAYA ANCHA